

Année 1904

THÈSE

N° 334

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue le Mercredi 18 Mai 1904, à 1 heure

PAR

Pierre LECORNU

INTERNE DES HOPITAUX DE PARIS

ET DE LA MATERNITÉ DE L'HOPITAL DE LA Pitié

LES

LAITS INDUSTRIELS

LEUR VALEUR DANS

L'ALLAITEMENT ARTIFICIEL

PRÉSIDENT : M. GAUTIER Professeur.

JUGES { MM. LANDOUZY, } Professeurs.
 { BRISSAUD, }
 { TEISSIER, Agrégé. }

PARIS

LIBRAIRIE MÉDICALE ET SCIENTIFIQUE

JULES ROUSSET

1, RUE CASIMIR-DELAVIGNE ET RUE MONSIEUR-LE-PRINCE, 12
(Anciennement 36, rue Serpente)

1904

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Doyen	M. DEBOVE.
Professeurs	MM.
Anatomie.....	POIRIER..
Physiologie.....	CH. RICHET.
Physique médicale.....	GARIEL.
Chimie organique et chimie minérale.....	GAUTIER.
Histoire naturelle médicale.....	BLANCHARD.
Pathologie et thérapeutique générales.....	BOUCHARD.
Pathologie médicale.....	HUTINEL.
Pathologie chirurgicale.....	BRISSAUD.
Anatomie pathologique.....	LANNELONGUE
Histologie.....	CORNIL.
Opérations et appareils.....	MATHIAS DUVAL
Pharmacologie et matière médicale.....	BERGER.
Thérapeutique.....	POUCHET.
Hygiène.....	GILBERT.
Médecine légale.....	N...
Histoire de la médecine et de la chirurgie.....	BROUARDEL.
Pathologie comparée et expérimentée.....	DEJERINE.
	CHANTEMESSE
	DEBOVE.
Clinique médicale.....	LANDOUZY.
	HAYEM.
Clinique des maladies des enfants.....	DIEULAFOY.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques....	GRANCHER.
Clinique de pathologie mentale et des maladies de l'encéphale.....	GAUCHER.
Clinique des maladies du système nerveux.....	JOFFROY.
	RAYMOND.
	TERRIER.
Clinique chirurgicale.....	DUPLAY.
	LE DENTU.
	TILLAUX.
Clinique ophtalmologique.....	LAPERSONNE.
Clinique des maladies des voies urinaires.....	GUYON.
Clinique d'accouchements.....	PINARD.
Clinique gynécologique.....	BUDIN.
Clinique chirurgicale infantile.....	POZZI.
	KIRMISSON.

Agrégés en exercice

MM.	DESGREZ.	LAUNOIS.	RIEFFEL, chef
ACHARD.	LEGRY.	LEGUEU.	des trav. anat.
AUVRAY.	FAURE.	LEPAGE.	TEISSIER.
BEZANÇON.	GILLES DE LA	MARION.	THIERY.
BONNAIRE.	TOURETTE.	MAUCLAIRE.	THIROLOIX.
BROCA (Aug.)..	GOSSET.	MERY.	THOINOT.
BROCA (André.)	GOUGET.	POTOCKI.	Vaquez.
CHASSEVANT.	GUIART.	REMY.	WALLICH.
CUNEO.	HARTMANN.	RENON.	WALTHER.
DEMELIN.	JEANSELME.	RICHAUD.	WIDAL.
	LANGLOIS.		WURTZ.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'École a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A LA MÉMOIRE DE MON PÈRE

LE DOCTEUR LECORNU

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE
MONSIEUR LE PROFESSEUR A. GAUTIER

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DE MÉDECINE

MEMBRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

MEMBRE DE L'INSTITUT

OFFICIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

A MES MAITRES DANS LES HOPITAUX

M. le Docteur **MERKLEN**

M. le Docteur **MICHAUX**

Mes premiers Maîtres

Externat

M. le Docteur **BEURNIER**, Lariboisière, 1896.

M. le Professeur **GRANCHER**

M. le Professeur Agrégé **MARFAN**) Enfants-Malades, 1896.

M. le Docteur **BARTH**, Necker, 1897.

M. le Professeur Agrégé **FERNET**, Beaujon, 1898.

Internat Provisoire

M. le Docteur **CAUSSADE**, Hôtel Dieu, 1899.

MM. les Docteurs **DESCROIZILLES** et **VARIOT**, Enfants-Malades, 1900.

Internat

M. le Docteur **BALZER**, Saint-Louis, 1901.

M. le Professeur Agrégé **BLUM**, Saint-Antoine, 1902.

M. le Docteur **BELIN**, Beaujon, 1903.

M. le Professeur Agrégé **LEPAGE**, Pitié, 1904.

MM. les Docteurs **AUVARD**, **BOUFFE DE SAINT-BLAISE**

BRULH, **GUILLEMAIN**, **SAVARIAUD**

1866

AVANT-PROPOS

L'industrie laitière qui, depuis une vingtaine d'années, a pris en France un grand développement, a versé dans le commerce une quantité considérable de produits destinés à l'allaitement artificiel. Ces divers laits industriels, dont les procédés de fabrication diffèrent, dont l'aspect, le goût et la composition chimique même varient suivant la marque, ont été utilisés par les médecins avec des succès divers ; et tandis que certains cliniciens vantaient les mérites des laits stérilisés purs, des laits émulsionnés, des laits oxygénés ou des laits maternisés, d'autres les accusaient de nombreux méfaits. Cette question des laits industriels, très confuse pendant longtemps, s'est cependant quelque peu éclaircie depuis quelques années grâce aux faits qui ont été publiés et aux nombreuses discussions que ces faits ont suscitées ; il nous a semblé qu'à l'heure actuelle il était possible de dégager de tous ces documents un certain nombre de conclusions qui pourraient rendre quelques services.

Rappeler, et dans certains cas, préciser les procédés de préparation de ces différents laits industriels, résumer et discuter les travaux et les opinions auxquels ils ont donné lieu tant au point de vue chimique qu'au point de vue clinique, rechercher leurs avantages

et leurs inconvénients, essayer d'établir leurs indications et leurs contre-indications, tel est le but que nous nous sommes proposé dans ce travail. Le sujet est bien vaste et nous n'avons jamais eu la prétention d'en donner une étude complète ni surtout définitive; les discussions nombreuses qu'ont provoqué dans plusieurs sociétés les rapports des laits industriels avec l'allaitement artificiel sont loin d'avoir fait la lumière sur tous les points de la question, aussi notre seule ambition a-t-elle été d'essayer d'en dégager les faits qui paraissent sinon définitivement acquis, du moins très vraisemblables, et nous avons tenté de le faire sans aucun parti-pris, en nous documentant tant auprès d'un certain nombre de nos maîtres qui ont une grande expérience de l'allaitement artificiel, qu'auprès de tous ceux que leurs connaissances particulières sur l'industrie laitière désignaient à notre attention.

C'est notre maître, M. Variot, qui nous a inspiré le sujet de notre thèse et nous tenons à l'en remercier. Nous avons appris, à ses côtés, à manier les laits stérilisés dans l'allaitement artificiel et nous nous sommes rendu compte, à son dispensaire de Belleville, des magnifiques résultats que l'on peut obtenir par leur emploi méthodique. Si l'étude que nous venons de faire nous amène à penser que les laits surchauffés sont susceptibles de certains perfectionnements, si nous croyons que les laits pasteurisés à l'abri de l'air sont appelés à les remplacer, si nous pensons enfin que dans certains cas et en particulier dans les

premiers mois de la vie, les laits maternisés ou d'autres laits modifiés sont susceptibles de donner de meilleurs résultats, nous restons intimement convaincu qu'à l'heure actuelle les laits surchauffés, que M. Variot a toujours préconisés, restent dans l'immense majorité des cas l'aliment de choix de l'allaitement artificiel.

Deux autres de nos maîtres, MM. Lepage et Marfan ont bien voulu nous donner de précieux conseils dont nous leur sommes tout particulièrement reconnaissant.

Que M. le professeur A. Gautier, que M. Lindet, professeur à l'Institut Agronomique, que MM. les docteurs Bar, Boissard, Comby, Rosenthal veuillent bien agréer tous nos remerciements pour l'excellent accueil qu'ils nous ont fait et les intéressants renseignements qu'ils ont bien voulu nous fournir.

Nous avons eu recours à l'obligeance de notre ami E. Ponthière pour la traduction de nombreux ouvrages allemands ; qu'il veuille bien agréer aussi tous nos remerciements.

INTRODUCTION

LA QUESTION DES LAITS INDUSTRIELS

Il a été beaucoup fait depuis trente ans pour améliorer le sort des nourrissons. Hygiénistes et médecins, justement émus par la constatation de l'effroyable mortalité qui décime chaque année tant de jeunes existences, ont joint leurs efforts pour tenter de remédier à ce déplorable état de choses ; ils n'eurent pas de mal à s'apercevoir que la grande maladie meurtrière des nourrissons était la gastro-entérite et que cette gastro-entérite, tout à fait exceptionnelle au cours de l'allaitement maternel, était, par contre, très fréquente au cours de l'allaitement artificiel. Supprimer, ou tout au moins diminuer dans la mesure du possible l'allaitement artificiel, telle devait être la conclusion logique de ces constatations ; telle fut en effet la pensée d'un grand nombre qui entreprirent une vigoureuse campagne dans le but de lutter contre la fâcheuse tendance des mères de ne plus donner le sein à leurs enfants. Cette campagne, qui a déjà porté ses fruits, se poursuit à l'heure actuelle avec plus d'ardeur que jamais et tout porte à espérer que, instruites des dangers innombrables que le biberon fait courir aux enfants, un grand nombre de mères y renonceront et reviendront à la pratique de l'allaitement au sein.

Mais, quelque importants que soient les résultats que l'on puisse espérer de cette campagne, elle est tout à fait insuffisante, car la suppression de l'allaitement artificiel est une pure utopie. L'allaitement artificiel est en effet un mal inévitable : s'il existe bien peu de mères qui soient dans l'impossibilité physique de nourrir leurs enfants, par contre, dans les classes pauvres et ouvrières, les exigences de la vie obligent les femmes à vivre hors de la maison et privent les enfants de leur nourriture naturelle. Ne pouvant éviter l'allaitement artificiel, il est donc indispensable de l'améliorer, de le rendre accessible en particulier aux agglomérations ouvrières qui ne peuvent s'en passer et dans lesquelles il donne justement les plus mauvais résultats. C'est le but qui a été poursuivi et, conséquence toute naturelle de la supériorité incontestable de l'allaitement maternel, la grande préoccupation de tous les observateurs qui l'ont tenté, a été de se rapprocher le plus possible des conditions naturelles dans lesquelles se fait l'allaitement au sein.

On reconnut que si la suralimentation, cette grande cause de gastro-entérite, si fréquente au cours de l'allaitement artificiel, est très exceptionnelle dans l'allaitement au sein, c'est que les conditions de sécrétion, de succion et de déglutition du lait sont telles que la suralimentation y est à peu près impossible : les essais tentés dans le but de se rapprocher de ces conditions naturelles aboutirent au principe de la réglementation des tétées et à l'éta-

blissement de la ration alimentaire des nourrissons.

D'autre part, frappés de ce fait que les enfants à la mamelle absorbent un lait qui vient d'être élaboré, tandis que les enfants au biberon n'absorbent qu'un lait élaboré depuis un temps plus ou moins long et ayant subi des altérations diverses, certains cliniciens estimèrent que bien des accidents de l'allaitement artificiel étaient occasionnés par ces altérations du lait. Pour remédier à ces inconvénients, ils imaginèrent de faire téter directement les animaux par le nourrisson, et les résultats obtenus furent assez satisfaisants; mais les difficultés de réalisation de ce procédé s'opposaient à sa généralisation. Les idées pasteurienues vinrent heureusement éclairer la question, en établissant que les altérations du lait sont l'œuvre de fermentations bactériennes et qu'on peut empêcher leur production en détruisant les ferments par la stérilisation. M. Marfan, complétant ces notions et mettant en évidence le rôle des poisons toxiques élaborés par ces ferments, démontra la nécessité de la stérilisation immédiatement après la traite et, par suite, la nécessité de la stérilisation industrielle sur le lieu de production.

Cette stérilisation industrielle, pratiquée depuis lors, a permis même dans les grandes villes de donner aux enfants un lait inaltéré, tel ou à peu près qu'il se trouve après son élaboration; elle a réalisé dans l'allaitement artificiel un progrès considérable et on lui doit une grande part dans la diminution de la mortalité infantile.

Mais là ne s'arrêtèrent point les essais d'imitation de la nature. Les études chimiques comparées du lait de femme et du lait de vache ayant démontré de notables différences dans leur composition, on pensa que ce pouvait être une des causes des mauvais résultats de l'allaitement artificiel et qu'il y avait intérêt à modifier la composition du lait de vache, à l'identifier à celle du lait de femme : le coupage puis le sucrage du lait ayant donné de bons résultats, on alla plus loin et par des procédés industriels plus ou moins complexes on humanisa (1), on maternisa le lait.

La maternisation du lait étant accomplie, on pouvait croire que le but était atteint puisque l'on se trouvait en mesure de donner aux nourrissons, dans des conditions tout à fait analogues à celles qui sont réalisées dans l'allaitement au sein, un lait présentant une composition chimique à peu près identique à celle du lait de femme. Mais, en pratique, les laits maternisés ne donnèrent pas les résultats attendus et on dut bientôt se convaincre qu'il existait, entre le lait de femme et le lait de vache, des différences plus sensibles, que les procédés de maternisation étaient incapables de faire disparaître. Bien plus, une maladie jusqu'alors inconnue en France, le scorbut infantile, s'étant multipliée en même temps que l'emploi de ces laits modifiés, ils furent accusés de provoquer cette maladie. On s'aperçut que la question était

(1) Winter, 1893. Gärtner, 1894. Backhaus, 1896.

beaucoup plus complexe qu'on ne l'avait pensé, tout d'abord, que la valeur alibile du lait n'est pas seulement subordonnée à sa teneur en graisse, en substances azotées, en hydrates de carbone et en sels, que le lait est un aliment vivant contenant des ferments sans doute utiles à sa digestibilité, qu'en tous cas c'est un aliment organisé dans lequel tous les éléments sont contenus sous une certaine forme très instable et que les manœuvres chimiques et physiques même peuvent l'altérer.

Et alors, développant ces idées, on se demanda si seule l'humanisation du lait devait être incriminée et si la simple stérilisation du lait par la chaleur n'était pas susceptible de modifier la constitution intime du lait, d'altérer sa valeur nutritive et, par suite, de produire, elle aussi, le scorbut infantile. Cette opinion, émise dès 1898, par M. Netter et reprise par lui en 1902, a donné lieu à d'intéressantes discussions, tant à la Société de Pédiatrie qu'à la Société médicale des Hôpitaux et à la Société d'obstétrique, de gynécologie et de pédiatrie. Un grand nombre d'auteurs y prirent part ; un certain nombre se rangèrent à l'opinion de M. Netter, d'autres, et en particulier M. Variot, se refusèrent à incriminer la simple stérilisation du lait par la chaleur mais, par contre, ils accusèrent formellement les autres modifications du lait telles que la maternisation, telles aussi que la stérilisation par l'oxygène sous pression ou après pulvérisation sous une haute pression à l'air libre, procédés nouveaux utilisés par les industriels pour

remédier à certains inconvénients des laits simplement stérilisés par la chaleur.

Cette question est encore pendante devant l'opinion médicale et ce que nous venons d'en dire suffit à établir sa complexité. Ayant à étudier les laits industriels, il nous faudra passer en revue leurs procédés de fabrication, étudier les modifications que peuvent apporter dans leur constitution les manipulations qu'on leur fait subir, nous demander si ces modifications peuvent influencer sur leur digestibilité et sur leur valeur nutritive.

La chimie aura donc une place importante dans notre étude, mais, comme nous le verrons, la chimie n'a pas dit encore son dernier mot sur cette question du lait et elle est bien souvent incapable de rendre compte des faits constatés. Nous nous bornerons donc à signaler les opinions émises, nous réservant d'insister sur les résultats cliniques obtenus, l'expérience étant en somme le seul critérium de la valeur nutritive et digestive d'un aliment.

PREMIÈRE PARTIE

LE LAIT DE VACHE NATUREL

Éléments constitutifs. — Le lait de vache, le seul que nous ayons en vue dans ce travail, est, à l'état naturel, « un liquide blanc, opaque, de consistance légèrement crèmeuse, de saveur douceâtre et un peu parfumée, d'odeur fade, assez facilement altérable, essentiellement formé d'un plasma opalescent dans lequel sont tenus en suspension des myriades de globules butyreux de diamètre variant de $1/100^e$ à $1/1000^e$ de millimètre, plasma tenant en dissolution plus ou moins complète des substances albuminoïdes, un sucre spécial et différents sels. » (A. Gautier.)

Le lait, lorsqu'il est pur, présente une densité moyenne de 1,032 et se congèle à $-0,53^{\circ}$. Ce dernier nombre, caractéristique du lait, est un excellent signe de sa pureté, et lorsque le lait est additionné d'eau, son point de congélation se rapproche de 0° (1).

Sa réaction, lorsqu'il est frais, est amphotère au tournesol, acide à la phénophaléine; cette acidité correspondrait à 1 gramme environ d'acide phosphorique libre par litre et serait due surtout aux matières protéiques du lait. (Vaudin.)

Les globules butyreux en suspension dans le

(1) Parmentier. La cryoscopie du lait et ses applications. *Soc. Méd. Hôp.* 27 fév. 1903.

plasma, paraissent formés de gouttelettes de corps gras enveloppées d'une très mince enveloppe extensible de nature protéique; il en existe environ 1.500.000 par millimètre cube de lait. La graisse est constituée d'oléine et de margarine avec 2/100 de butyrine et une faible quantité de stéarine et de myristine : un litre de lait de vache en contient une proportion très variable, de 30 à 82 grammes (37 en moyenne).

Le plasma du lait est une solution aqueuse de substances albuminoïdes, de sucre de lait et de différents sels. Les substances albuminoïdes du lait sont : la caséine, la lactalbumine et la lactoglobuline; encore M. Duclaux n'admet-il pas l'identité de ces deux dernières, la lactalbumine, la lactoglobuline et la caséine n'étant pour lui « qu'une seule et même chose, de la caséine, à des degrés divers de solution ». Un litre de lait en contient une proportion variant de 15 à 55 grammes (33 grammes en moyenne). « Cette caséine n'est pas, à proprement parler, dissoute dans le lait; elle ne passe pas, en effet, à travers le biscuit poreux de porcelaine, même en s'aidant du vide, lorsqu'on essaie de séparer du lait ses parties solubles par ce mode de filtration; elle est, dans le lait, comme gonflée et mucilagineuse, formant une demi-solution opalescente ». On admet, en somme, qu'elle existe dans le lait sous deux états différents, une petite partie étant en suspension sous forme de fines granulations, le reste, la majeure partie se tenant à l'état colloïdal, en demi-dissolution.

La caséine du lait de vache est une substance albuminoïde complexe ; elle est, en réalité, constituée par une combinaison d'albumine avec une nucléine, c'est-à-dire une substance azotée riche en phosphore. 100 grammes de caséine représentent en effet 0,75 de phosphore organique. Soumise à l'influence du suc gastrique, la caséine se sépare en deux groupements, l'un qui entre en solution et présente tous les caractères des peptones ; l'autre qui reste insoluble, c'est le composé organique phosphoré, la nucléine.

Quant à la lactalbumine et à la lactoglobuline, admises par quelques chimistes (Gautier, Béchamp, Lebelin, Hammarten, Arthus), elles n'existeraient dans le lait qu'en très faible quantité et s'y trouveraient à l'état de dissolution complète.

Le sucre de lait, lactine ou lactose est, d'après M. Gautier, une bihexose répondant à la formule $C^{11}H^{22}O^{11}$, H^2O . Un litre de lait de vache en contient de 35 à 55 grammes entièrement dissous dans le plasma ; quand il est séparé du sérum du lait par cristallisation, ce sucre constitue « une matière blanche, craquant sous la dent, peu sucrée, fermentescible »...

En outre des matières organiques précédentes, on trouve encore dans le lait, un certain nombre de substances organiques ou inorganiques qui auraient une notable importance dans la question qui nous intéresse, soit en augmentant sensiblement la valeur nutritive du lait, soit en facilitant sa digestibilité, soit, enfin, en jouant un rôle important dans la stabilité de ses éléments : ce sont les lécithines, les

matières minérales et, en particulier les phosphates et les citrates, et enfin les ferments diastatiques.

Les lécithines sont des composés phosphorés organiques complexes, constitués par une combinaison d'acide phospho-glycérique à des acides gras et à la choline. Leur présence dans le lait, non constatée par Duclaux, a été affirmée par Billon (1) et par Bordas et Raczkowski. Elles n'existent dans le lait qu'en petite quantité, puisqu'un litre n'en contient que 50 centigrammes en moyenne; mais cette petite quantité ne serait pas négligeable, étant donné l'importance de cette substance dans la croissance et l'engraissement (Dastre et Morat). Ces lécithines ne seraient pas dissoutes dans le lait, elles y seraient en suspension, à l'état colloïdal.

Les sels minéraux se trouveraient dans le lait de vache dans la proportion de 5 à 9 grammes par litre. D'après Filhol et Joly, cités par Gautier, un litre de lait de vache contiendrait 8 gr. 96 de sels minéraux, dont 0 gr. 81 de chlorure de sodium, 3 gr. 81 de chlorure de potassium et 4 gr. 74 de phosphates.

Les phosphates du lait sont des phosphates de chaux (3 gr. 87) et de magnésie (0 gr. 87) fort peu solubles. Ils se trouvent en grande partie à l'état colloïdal sous forme de fines granulations souvent accolées aux globules butyreux, en petite partie à l'état de dissolution, duc, d'après Vaudin, à l'acide citrique et aux citrates alcalins que contient le lait.

(1) Billon, *Revue critique de médecine et de chirurgie*, 15 mai 1900.

Les citrates alcalins, qui n'existeraient dans le lait de vache qu'à l'état de traces d'après A. Gautier, y seraient en quantité plus appréciable d'après d'autres auteurs (1 à 1,50 pour Vaudin, pour Denizès, etc.) L'acide citrique existerait dans le lait frais à l'état de citrate tribasique de chaux soluble.

On trouve encore dans le lait des traces d'urée, de créatine, d'alcool, des matières colorantes et parfumées, enfin des ferments diastasiques. Ces ferments diastasiques se retrouvent en grande partie dans le petit-lait ; dans le lait de vache, on est parvenu à isoler un ferment oxydant, une anaéroxydase très active constante et normale, un ferment saponifiant ou lipase dédoublant les graisses neutres en acides gras et glycérine, enfin un ferment protéolytique (1), solubilisant la caséine même coagulée ; ferments différents de ceux qui ont été constatés dans le lait de femme.

Nous aurons terminé cette énumération des principes contenus dans le lait de vache, lorsque nous auront dit que « par la pompe à vide, on extrait de 100 volumes de lait environ 3 volumes de gaz formés surtout d'acide carbonique mélangé à un peu d'azote et d'oxygène. » L'acide carbonique paraît être faiblement combiné dans le lait en partie à la caséine, en partie aux phosphates et aux carbonates alcalins.

Valeur nutritive du lait de vache naturel. — L'étude que

(1) Ce ferment affirmé par Babcock et Russel a été mis en doute par Salkowski.

nous venons de faire des éléments constitutifs du lait de vache nous permet d'apprécier la valeur nutritive de cet aliment en le comparant au lait de femme qui doit être considéré comme l'aliment idéal du nourrisson.

Les tableaux suivants, dus à M. Duclaux, nous permettront d'établir cette comparaison.

Lait de vache

	Eléments en solution	Eléments en suspension	Totaux
Matière grasse.	«	42,8	42,8
Sucre de lait.	48,1	«	48,1
Caséine.	5,9	33,8	39,7
Phosphate de chaux.	1,6	2,2	3,8
Sels solubles.	3,8	«	3,8

Lait de femme

	Eléments en solution	Eléments en suspension	Totaux
Matière grasse.	«	40,4	40,4
Sucre de lait.	77,2	«	77,2
Caséine.	0,70	9,1	9,8
Phosphate de chaux.	«	«	«
Sels solubles.	1,6	0,80	2,4

Ils nous montrent que le lait de vache est, par rapport au lait de femme, pauvre en sucre et, par contre, riche en caséine et en sels. Il contient donc un excès d'aliments plastiques, c'est-à-dire d'aliments contribuant à la croissance et à l'augmentation de poids,

puisque ces aliments sont représentés par les sels et la caséine, et un défaut d'aliments de combustion, c'est-à-dire, d'aliments servant à entretenir la température fixe de 37° et à réparer les pertes incessantes de calorique, aliments qui sont représentés surtout par le sucre de lait et le beurre; mais la caséine étant utilisable également comme aliment de combustion, son excès peut théoriquement suppléer à leur insuffisance et on peut dire que le lait de vache semble posséder une valeur nutritive suffisante pour le nourrisson.

Digestibilité du lait de vache naturel. — Mais ces notions théoriques un peu abstraites ne peuvent avoir de valeur que si elles se trouvent confirmées par la clinique et s'il est en même temps établi que le lait de vache est pour le nourrisson d'une digestibilité égale à celle du lait de femme. Il importe peu, en effet, de savoir que l'assimilation de telle quantité d'aliment est susceptible de donner telle augmentation de poids, que la combustion de telle quantité est susceptible de fournir tant de calories, si au bout de quelque temps cet aliment provoque des troubles digestifs et devient intoléré. Or, si la valeur nutritive du lait de vache paraît suffisante, sa valeur digestive paraît bien inférieure chez le nourrisson à celle du lait de femme, et tous les observateurs ont constaté que le nourrisson ne parvient à s'assimiler le lait de vache qu'au prix d'un effort digestif long et considérable et que le plus souvent même son intestin n'ar-

rivant pas à une élaboration complète de l'aliment, il en résulte un déchet abondant donnant lieu à un excès de matières fécales accompagné de fermentations putrides.

On a cherché à expliquer cette difficulté de la digestion du lait de vache et les opinions émises à ce sujet sont nombreuses : l'opinion la plus générale et qui nous semble le mieux expliquer les faits, en rend responsable la caséine qui se trouve dans le lait de vache en quantité trop considérable (39 gr. au lieu de 9) et sous une forme peu assimilable. Il est reconnu, en effet, que la caséine du lait de vache diffère de celle du lait de femme et que sous l'influence des acides et de la présure, elle donne un précipité compact et consistant bien différent du précipité très fin, du dépôt blanc mat que donne le lait de femme. Ce dernier caractère, nettement établi par les expériences de digestion artificielle, rendrait compte de la difficulté de digestion du lait de vache : introduit dans l'estomac, il serait précipité en grosses masses par suite de la coagulation de la caséine sous l'influence du ferment lab et ce n'est qu'au prix des plus grandes difficultés que la pepsine et plus tard la trypsine pancréatique parviendraient à liquéfier ce coagulum, à le transformer en peptone et à libérer les globules de graisse emprisonnés dans ses mailles de façon à permettre au suc pancréatique de continuer son action digestive sur les matières grasses. Finalement la caséine se trouverait bien élaborée, mais les globules de graisse libérés trop tard

et n'ayant pas eu le temps de subir l'action du liquide pancréatique, passeraient dans le gros intestin soit en nature; n'ayant subi aucune modification, soit partiellement digérés sous forme de graisses neutres, de savons ou d'acides gras qui, attaqués par les microbes, se transformeraient en produits de putréfaction.

L'excès de caséine et surtout ses réactions particulières nous semblent donc rendre compte tant de la difficulté de la digestion du lait de vache que de l'abondance des déchets de matières grasses et des phénomènes de putréfaction constatés dans les fèces des enfants nourris au lait de vache; l'insuffisance de la digestion des graisses serait sa conséquence. Mais ces caractères de la caséine ne sont sans doute pas les seuls à expliquer l'inégalité dans la digestibilité des deux laits; les différences de nature des matières grasses dont les globules sont petits et riches en triglycérides d'acides gras dans le lait de vache, gros et riches en oléine dans le lait de femme, la différence dans la composition des sels doivent entrer en ligne de compte et avoir leur importance.

Pour conclure cette étude du lait de vache naturel, nous dirons que ce lait est un aliment riche en matériaux nutritifs, plus riche même que le lait de femme, mais que, par contre, il est d'une digestibilité moins grande. En pratique, l'excès de richesse compense en général le défaut de digestibilité, et il est fréquent d'observer des enfants élevés au lait de vache qui croissent et augmentent de poids dans des

proportions analogues à celles des enfants nourris au sein. L'assimilation dans les deux cas est presque équivalente, « et pourtant, dit M. Marfan, il suffit d'avoir observé de près un certain nombre de nourrissons pour savoir que..... les échanges nutritifs de l'enfant au biberon, en apparence bien portant, diffèrent souvent de ceux de l'enfant élevé au sein. » C'est qu'en effet « le lait n'est pas un liquide inerte, ce n'est pas un liquide qui intervient dans la nutrition seulement par ses matériaux chimiques : c'est un liquide vivant, capable par ses propriétés biologiques, d'agir sur le développement et la santé du nourrisson. » Il contient des ferments solubles qui sont « des stimulateurs et des régulateurs des actes nutritifs, identiques à ceux que l'organisme élabore au sein des tissus et destinés à suppléer à l'insuffisance des sécrétions internes du nouveau-né. » Parmi ces ferments « il en est qui sont sans doute communs à diverses espèces, mais il en est qui sont particuliers à chaque espèce. L'existence de ces derniers permet de comprendre qu'on ne puisse pas remplacer le lait de femme par le lait animal... » Or, ce reproche fait au lait animal cru devient encore plus sérieux quand on considère le lait de vache traité industriellement puisque, comme nous le verrons, les divers procédés industriels suppriment tous les ferments du lait.

Maintenant que nous connaissons le lait de vache, sa constitution chimique, sa valeur nutritive et sa valeur digestive, avant d'étudier les modifications

que lui font subir les manipulations industrielles, il nous faut passer en revue les altérations dont il est susceptible.

Altérations du lait. Instabilité de ses éléments. — Au sortir de la mamelle, le lait est stérile, mais abandonné au contact de l'air, il ne tarde pas à être ensemencé par de nombreux germes qui, surtout en été, s'y développent très rapidement. Ces germes qui proviennent de l'air, ou sont apportés dans le lait au cours des diverses manipulations de la traite, peuvent dans certaines conditions devenir des microbes pathogènes ; ils déversent en tout cas dans le lait des produits solubles qui modifient profondément ses éléments constitutants en les dédoublant en d'autres substances difficilement absorbables, souvent irritantes pour le tube digestif, parfois même extrêmement toxiques.

Il ne nous est pas possible de décrire ces fermentations qu'on trouvera étudiées dans des ouvrages spéciaux (1) ; mais comme ce sont elles qu'il faut combattre dans tous les procédés industriels de conservation du lait, il nous faut cependant les mentionner et rappeler quels sont leurs agents principaux. La première en date est la fermentation lactique, développée surtout sous l'influence du *bacillus coli* communis et du *bacillus lactis* aérogènes ; elle transforme le sucre de lait en acide lactique ; cet acide

(1) Tissier et Pascal Gasching. — Recherches sur la fermentation du lait. *Ann. de l'Inst. Pasteur*, août 1903.)

peut subir, à son tour, la fermentation butyrique qui se produit lentement et qui, d'après Pasteur, est l'œuvre de bactéries anaérobies (*bacillus butyricus*); quelquefois la fermentation propionique ou valérique dont les agents sont encore peu connus. Or, les acides butyrique, propionique et valérique sont irritants pour la muqueuse intestinale.

La fermentation de la caséine succède à la fermentation lactique; elle est l'œuvre de produits solubles secrétés par des bacilles aérobies, le *bacillus subtilis*, le *bacillus mésentéricus vulgatus*, le *bacillus butyricus* de Hueppe et les *tyrothix* de Duclaux. Les bactéries peptonisantes ont presque toutes la propriété de donner des spores qui résistent à des températures supérieures à 100° et constituent un des écueils de la stérilisation; sous leur influence, la caséine est d'abord coagulée, puis le coagulum formé est redissous et transformé en caséine soluble; cette transformation paraît à première vue favorable à la digestion, mais elle s'accompagne de la production dans le lait de principes nuisibles, leucine, tyrosine, urée, carbonate d'ammoniaque, acides formique, acétique, propionique, butyrique et valérique, ammoniacque et composés ammoniacaux, gaz hydrocarbonés, etc., qui constituent des principes nuisibles ou toxiques.

Signalons enfin pour mémoire la fermentation alcoolique du lait et les fermentations qui provoquent les laits colorés, les laits filants et les laits amers et ce que nous aurons dit, suffira à démontrer com-

ment ces différents bacilles aérobie ou anaérobies, sporulés ou asporulés transforment complètement le lait et font de cet aliment un véritable poison, d'autant plus redoutable que parfois aucun signe extérieur ne permet de prévoir cette transformation. C'est cette transformation qu'il faut à tout prix combattre, et c'est le but que se proposent les divers traitements industriels du lait.

Mais à côté de ces modifications du lait provoquées par les ferments bactériens il en est d'autres, pour ainsi dire spontanées, dues à l'instabilité de ses éléments et qu'il nous faut connaître, car elles constituent un écueil sérieux aux divers modes de conservation du lait et viennent gêner sans cesse les procédés industriels. Les éléments constitutifs du lait sont disposés de telle façon dans ce liquide que, immédiatement après la traite, le lait constitue un liquide identique dans toutes ses parties, un liquide homogène. Mais cette homogénéité est très instable et, sous des influences multiples, elle ne tarde pas à disparaître. Cette instabilité des éléments du lait est d'ailleurs facile à prévoir car la plupart des matières qu'il renferme ne sont pas dissoutes dans sa masse, mais bien à l'état d'émulsion ou de suspension et parmi celles qui sont dissoutes, un certain nombre étant fort peu solubles, la moindre modification du liquide peut leur faire perdre leur solubilité.

Sous la seule influence du repos prolongé, le lait recueilli aseptiquement se stratifie; les globules butyreux dont l'émulsion dans la masse était réalisée

par suite de circonstances mal définies, surnagent en raison de leur faible densité et forment à la surface une couche de matière grasse qui constitue la crème. Au-dessous de cette couche de crème se trouvent successivement de la surface vers la profondeur : une couche opalescente jaunâtre constituée par le plasma renfermant du lactose et de la caséine dissoute ; un dépôt plus ou moins abondant, blanc et épais, constitué de fines particules de crème en suspension ; enfin, tout au fond, un dépôt pulvérulent, très peu abondant, d'une matière solide présentant une coloration blanc-mate et qui n'est autre que du phosphate tribasique de chaux.

Soumis à des chocs multiples, le lait se modifie plus profondément encore et les globules butyreux, qui dans la crème étaient isolés, se soudent les uns aux autres et leur agglomération donne lieu à la formation de beurre, phénomène connu dans l'industrie laitière sous le nom de barattage. Dans l'un et l'autre cas, le lait a perdu son homogénéité.

Mais ce n'est pas tout : si le lait est simplement maintenu en présence de l'air aseptique, sa crème s'oxyde et cette oxydation de la matière grasse donne au lait le caractère « suiffeux ». Cette oxydation des graisses est favorisée par la lumière solaire ; par contre, elle est retardée par la présence des microbes aérobies qui absorbent l'oxygène pour leur propre compte.

Nous nous bornons pour le moment à signaler ces modifications spontanées du lait qui sont l'indice de

la délicatesse de son organisation et nous verrons par la suite que cette sensibilité le rend apte à subir certaines modifications sous les influences les plus variées et qu'elle constitue assez souvent un obstacle aux traitements industriels.

DEUXIÈME PARTIE

LES LAITS INDUSTRIELS

PROCÉDÉS INDUSTRIELS DE CONSERVATION DU LAIT

Conserver le lait de vache de telle façon qu'il puisse être transporté du lieu de production dans les grandes villes, et utilisé ensuite pour l'alimentation sans être susceptible de provoquer d'accidents toxiques, augmenter ensuite sa digestibilité, tels sont les deux grands buts que s'est proposée l'industrie du lait. Nous verrons successivement comment elle les a réalisés.

CHAPITRE I

TRAITEMENTS MÉCANIQUES ET CHIMIQUES

Le procédé idéal de conservation du lait serait de le recueillir aseptiquement et de le préserver ensuite de toute contamination jusqu'au moment de son utilisation. Mais ce procédé n'est qu'une vue de l'esprit absolument irréalisable en pratique et nous ne nous y arrêterons pas. Il faut admettre que, quelles que soient les précautions prises pendant la traite, le lait

est souillé dès son origine et dès lors le seul moyen qui subsiste de le conserver, c'est de détruire les germes qu'il contient, et de le mettre ensuite à l'abri d'un nouvel ensemencement.

Il faut aussi que ces manœuvres produisent un minimum de modifications dans les caractères physiques, chimiques et biologiques du lait. Les moyens mécaniques et chimiques utilisés pour atteindre ce résultat ne nous arrêteront pas davantage, car ils sont très insuffisants et parfois dangereux. La centrifugation et la filtration du lait ne peuvent être efficaces qu'à l'égard des souillures grossières. Quant à l'addition au lait de substances antiseptiques, elle présente de multiples inconvénients et est universellement condamnée. Pourtant, tout dernièrement, certains savants ont préconisé à nouveau l'emploi des antiseptiques et nous ne pouvons passer ces faits sous silence. Le 18 janvier dernier, Behring (1), repoussant les divers modes de stérilisation usités, sous prétexte qu'ils privent le lait de ferments et modifient sa composition, proposait d'additionner le lait cru d'une petite quantité de formaline (1 pour 10.000) ; l'addition de cette petite dose suffirait à empêcher toute altération ultérieure du lait. L'emploi du lait formolé aurait donné à Behring d'excellents résultats dans l'élevage des animaux de basse-cour et il estimait qu'il y aurait lieu de faire bénéficier de cette observation l'alimentation des nourrissons. Nous ignorons les résultats

(1) BEHRING. — *Soc. Méd. Int.* de Berlin. 18 janvier 1904.

obtenus par Behring chez les nourrissons, mais nous rappellerons que le 12 mars dernier, M. Trillat (1), à la Société de biologie, a émis l'opinion que les laits formolés doivent être proscrits de l'alimentation : il résulte, en effet, de plusieurs expériences de M. Trillat que, d'une part, la caséine est rendue inassimilable en proportion plus ou moins grande, par la formaldéhyde et que, d'autre part, la formaldéhyde reste à l'état libre dans le lait tant qu'il n'est pas acide et peut, soit modifier la muqueuse gastrique, soit déterminer des accidents toxiques. Pour ces raisons, nous croyons que les laits formolés doivent être exclus de l'allaitement artificiel.

Il en est de même du procédé, récemment proposé par MM. Renard et Nicolle, de la conservation du lait par l'eau oxygénée : l'eau oxygénée modère la prolifération des germes mais ne l'empêche pas, et, comme nous aurons l'occasion de le voir en étudiant les laits stérilisés sous pression d'oxygène, elle n'est peut-être pas sans action sur les éléments constitutifs du lait.

Les moyens physiques seuls ont donné des résultats satisfaisants et ce sont eux que nous allons étudier en passant successivement en revue l'action du froid, celle de la chaleur, enfin, le traitement du lait par un gaz sous pression.

(1) TRILLAT. — *Société de Biologie*. 12 mars 1904.

CHAPITRE II

TRAITEMENT INDUSTRIEL DU LAIT PAR LA RÉFRIGÉRATION

Les résultats obtenus dans la conservation des viandes à l'aide de la glace, la notion de ce fait que le froid immobilise les microbes et empêche leur pullulation devaient engager les industriels à utiliser la réfrigération dans la conservation du lait. Aussi, de bonne heure, la réfrigération a-t-elle été utilisée dans ce but. Le procédé le plus courant consistait, après avoir pasteurisé le lait, à le congeler à une température de -10° centigrades. Les blocs de lait congelé étaient placés dans des récipients et l'espace vide compris entre le bloc et les parois du récipient rempli avec du lait pasteurisé. Le lait pouvait ainsi être transporté à grande distance sans que sa température s'élevât jamais au-dessus de 0° et il arrivait à destination n'ayant subi ni fermentation, ni barattage. Ce procédé est encore utilisé en Danemark, en Suède et en Australie même, où l'on recueille le lait pour l'expédier en Angleterre. En France, il a été également employé par une maison de Lille qui expédiait à Paris des tablettes de lait congelé (DUGLAUX, *Annales de l'Institut Pasteur*, juillet 1896). Pendant un temps, la Compagnie Hélios s'est servie d'un procédé analogue. Le lait était recueilli dans des récipients de

forme spéciale présentant, en leur centre, un cylindre étanche que l'on remplissait de glace. Constamment rafraîchi au contact de la paroi froide de ce cylindre, le lait se maintenait à basse température sans jamais atteindre la congélation. Mais cette méthode a dû être abandonnée parce que la conservation obtenue était trop courte et que le lait ne pouvait être livré dans le commerce sans danger.

Le froid, en effet, ne détruit pas les microbes, il ne fait que diminuer leur activité et s'opposer à leur pullulation, mais dès qu'il cesse de faire sentir son action, ces microbes retrouvent toute leur vitalité et les fermentations se reproduisent. La réfrigération est donc un procédé de conservation insuffisant et incertain et pour cette raison c'est, croyons-nous, un procédé à rejeter tout au moins pour les laits destinés à l'allaitement artificiel ; elle ne saurait être utilisée que dans des cas spéciaux et à titre d'adjuvant, en attendant des procédés de conservation plus parfaits, par exemple pour le transport du lait du lieu de production au lieu de consommation, à la condition cependant que le lait soit pasteurisé ou stérilisé avant et après la congélation.

Elle n'altère pas d'ailleurs sensiblement la constitution du lait. A la vérité, on a remarqué depuis longtemps que le lait qui a gelé prend un certain goût et qu'il est moins riche en crème ; mais M. Duclaux qui a donné l'explication de ces modifications indiscutables a montré qu'il est très facile de les éviter : il a montré que la congélation fait perdre

au lait son homogénéité; elle porte principalement sur l'eau qui, en même temps que les sels dissous ou en suspension, se trouve attirée vers les parties les plus froides, c'est-à-dire à la surface et au voisinage des parois, tandis que la matière grasse vient occuper le centre du glaçon. Lorsque la fusion de ce bloc de lait congelé s'opère, les parties superficielles qui fondent les premières sont pauvres en graisse et riches en sels : ce sont elles qui ont un mauvais goût. Mais si on a soin d'attendre la fusion complète du glaçon et de brasser un peu la masse, le lait retrouve son homogénéité et perd tout goût fâcheux.

La modification légère apportée à l'organisation du lait par la congélation est donc négligeable en pratique. Quant à ses éléments constitutifs, ils ne paraissent altérés en aucune manière; les ferments solubles, pas plus que les bactéries, ne sont altérés par le froid; les matières protéiques, les graisses, le lactose ne subissent aucune modification et si certains sels peu solubles à froid sont précipités, ils se redissolvent lorsque le lait se retrouve à la température ordinaire. Ainsi le lait ne perd rien de sa valeur nutritive ni de sa digestibilité du fait de la congélation, et si la réfrigération est un procédé de conservation du lait tout à fait insuffisant, du moins c'est un procédé qui n'est pas nuisible et qui peut être utilisé avec avantage à titre d'adjuvant dans l'industrie.

CHAPITRE III

TRAITEMENT INDUSTRIEL DU LAIT PAR LA CHALEUR

Il y a longtemps que l'ébullition a été utilisée pour la conservation du lait; mais le traitement par la chaleur n'est devenu un procédé rationnel qu'à partir du moment où les idées pasteurienues se sont fait jour. Les découvertes de Pasteur, la notion de l'influence destructive des températures élevées sur les microbes et les ferments, l'heureuse application de ces principes, à la pasteurisation de la bière et des vins, encouragèrent rapidement les industriels à en faire usage. Les procédés, imparfaits au début, se perfectionnèrent peu à peu, et, dès 1888, M. Pinard faisait usage, dans son service, de lait stérilisé industriellement; en 1890, M. Comby faisait part des bienfaits qu'on en peut retirer dans les diarrhées infantiles, et, à partir de ce moment, l'usage des laits stérilisés par la chaleur a pris une extension si rapide qu'il est aujourd'hui courant dans l'allaitement artificiel.

Il est reconnu, en effet, que la chaleur est le procédé le plus pratique de stérilisation; elle permet, comme nous le verrons, de détruire complètement les germes du lait sans faire subir à ses éléments de notables altérations, et d'obtenir ces résultats par des opérations peu coûteuses, qui n'augmentent pas sen-

siblement le prix du lait et permettent son emploi dans les classes ouvrières où il est impossible de supprimer l'allaitement artificiel.

Les procédés de conservation du lait par la chaleur, actuellement utilisés dans l'industrie, sont de deux ordres : l'un, qui est presque exclusivement employé, la stérilisation par surchauffage ; l'autre, qui a été abandonné pendant un temps, mais qui paraît devoir être repris avec plus de succès, la pasteurisation.

Nous ne parlerons ni de l'ébullition, ni du chauffage au bain-marie, seulement utilisables pour les usages domestiques ; quant à la stérilisation par chauffage discontinu, suivant la méthode de Tyndall, elle a été reconnue peu pratique, aussi n'en dirons-nous qu'un mot à propos de la stérilisation par surchauffage.

A. — STÉRILISATION ABSOLUE DU LAIT PAR SURCHAUFFAGE

Procédés industriels de stérilisation. — Le surchauffage est le procédé presque exclusif de stérilisation industrielle du lait ; toutes les grandes compagnies l'utilisent, et leur fabrication ne diffère guère que par le mode de bouchage et par certains « tours de main » spéciaux qu'elles cachent d'ailleurs soigneusement.

Immédiatement après la traite, qui doit être faite dans des conditions d'asepsie aussi rigoureuse que possible, le lait, amené à la laiterie, est le plus sou-

vent filtré pour être débarrassé des impuretés qu'il peut contenir. Immédiatement après il est soumis, ordinairement, à un premier chauffage jusqu'au voisinage de l'ébullition, que l'on n'atteint pas cependant. Ce premier chauffage, qui est opéré à l'air libre, a pour but de désoxygéner le lait.

Ce premier temps de désoxygénation terminé, le lait, refroidi, est mis en bouteilles, et les bouteilles, bouchées ou non, sont placées dans des appareils spéciaux où le lait se trouve soumis au surchauffage. L'appareil le plus courant n'est autre qu'un autoclave dans lequel le lait est chauffé sous pression de vapeur (appareils de Vaillard, de Hignette, de Timpe, etc.).

Dans d'autres cas, comme dans l'appareil de Gärtnner, le lait, en flacons bouchés, est chauffé à l'air sec sous pression d'air comprimé. De toute façon, la pression est indispensable pour empêcher l'ébullition du liquide et permettre d'atteindre la température élevée nécessaire pour la stérilisation. Le degré de température, la durée de l'opération varient suivant les procédés de fabrication.

Lorsque l'on juge que la stérilisation est parfaite, on cesse de faire agir la chaleur, et par des procédés divers on refroidit plus ou moins brusquement le lait dans le but de remédier, comme nous le verrons, à certains inconvénients du chauffage. Le bouchage, s'il n'a pas été fait dès le début, est ensuite effectué ou parfait, et le lait peut être livré dans le commerce.

Le temps, le degré du chauffage et le mode de bouchage sont donc les seuls points sur lesquels, dans les grandes lignes, diffèrent tous ces procédés. En règle générale, la température atteinte varie entre 105 et 110°, et la durée de l'opération est d'environ 45 minutes. Mais ces règles générales qui varient d'ailleurs avec les compagnies varient aussi suivant la saison. Plus la saison est chaude, plus la température à laquelle le lait est soumis doit être élevée, plus la durée de l'opération doit être prolongée.

Dans la Société Phœbus, on ne se règle pas sur la température, mais sur le degré d'acidité du lait au début de l'opération : plus cette acidité est prononcée, plus on prolonge l'action de la température et plus on l'élève. M. Lamouroux qui a imaginé ce procédé, pense que plus le lait est acide, plus il est difficile de détruire par la chaleur les bactéries et les spores qu'il renferme; nous ignorons si le fait est vrai, mais en tout cas on comprend facilement que le degré d'acidité du lait, qui augmente à mesure qu'il subit la fermentation lactique, soit en rapport avec le nombre de ferments qu'il contient, et nous ne sommes pas surpris que ce procédé, pour ainsi dire mathématique, donne en pratique de bons résultats.

Certains industriels ne se contentent pas de porter une fois le lait à la température de 110, ils renouvellent l'opération jusqu'à 3 fois à 12 heures d'intervalle ; ils réalisent ainsi une stérilisation par surchauffage discontinu qui, certainement, doit être absolue, mais qui ne paraît pas présenter d'avantages

sérieux et qui peut même, semble-t-il, avoir certains inconvénients sur la constitution du lait.

Si le surchauffage détruit les germes du lait, le bouchage qui empêche le réensemencement du liquide a donc une grande importance. Le bouchage au liège paraffiné paraît être à la fois le plus pratique et le plus sûr : les bouteilles de lait sont introduites bouchées dans l'autoclave, le bouchon se trouve stérilisé en même temps que le lait, et au sortir de l'appareil le goulot des bouteilles est plongé dans un bain de paraffine qui empêche l'introduction d'air septique à l'intérieur. Le système dit à cannette, utilisé par d'autres sociétés, paraît incertain ; l'appareil de bouchage qui est exposé sans cesse à des chauffages et à des refroidissements successifs, ne tarde pas à se détériorer et cesse de boucher hermétiquement les bouteilles. Les autres bouchages (Phénix, Bordes, etc.) ; qui nécessitent des rondelles en caoutchouc maintenues par des systèmes plus ou moins compliqués sont onéreux et peu pratiques. Dans tous les cas, le bouchage effectué pendant la stérilisation paraît supérieur au bouchage qui lui succède.

Modifications du lait consécutives au surchauffage. — Le lait, ainsi préparé, peut se conserver indéfiniment sans subir de fermentation si le bouchage reste parfait ; les seules modifications que l'on voit se produire sous l'influence du temps sont celles que l'on observe avec le lait cru, recueilli aseptiquement et abandonné

au repos : au bout de 8 à 15 jours il perd son homogénéité, la crème surnage et certains sels se précipitent. Il semble cependant que la désémulsion des graisses soit un peu plus prononcée lorsque les laits ont été soumis à l'action de la chaleur et il est fréquent de les voir surnager à la surface du liquide sous forme de blocs compacts et peu appétissants. Si l'on agite le liquide, l'émulsion se reforme dans les premiers temps, mais, plus tard, il est difficile de la reproduire complètement. Cet inconvénient des laits surchauffés n'est pas le seul qu'ils présentent ; ils ont assez souvent une coloration jaune brunâtre rappelant la teinte du café au lait et un mauvais goût. Ces modifications macroscopiques, que les divers tours de main des industriels ont pour but d'éviter, donnent aux laits surchauffés un aspect souvent désagréable qui les fait repousser par certaines personnes. Mais, ce qui est plus grave, on a prétendu qu'elles étaient l'indice de modifications plus profondes, que ce n'était pas sans inconvénient que l'on surchauffait le lait et que ce mode de traitement altérerait profondément ses éléments constitutifs ; nous allons voir ce qu'il faut en penser.

On a beaucoup parlé, depuis quelque temps, de ces altérations du lait par la chaleur ; on a tenté de démontrer qu'elles diminuaient sa valeur nutritive et qu'elles pouvaient expliquer la plupart des échecs ou des accidents observés au cours de l'allaitement artificiel. Les opinions émises à ce sujet dès le début des essais de stérilisation du lait, que les résultats

cliniques semblaient avoir réfutées, ont été reprises dans des discussions récentes et développées avec précision à propos de la pathogénie du scorbut infantile. Il importe donc que nous passions en revue toutes les altérations biologiques et chimiques que la chaleur est susceptible de déterminer dans le lait, et nous allons voir que, théoriquement, un certain nombre de ces altérations sont discutables, qu'en tout cas elles n'ont pas d'influence très fâcheuse sur sa valeur nutritive et qu'elles semblent même améliorer sa digestibilité. Les faits cliniques nous permettront enfin d'établir que si les laits stérilisés par surchauffage ne constituent pas la perfection, ils réalisent du moins un progrès très sensible, inappréciable, dans l'allaitement artificiel.

L'un des grands arguments invoqués contre la stérilisation par le surchauffage, c'est qu'elle transforme en un aliment mort le lait qui est un aliment vivant, c'est qu'elle supprime radicalement tous les ferments animés ou solubles. Cet argument peut surprendre au premier abord puisque nous avons vu que ces ferments étaient la cause des altérations du lait, que c'étaient eux qui le rendaient toxique et que le but que se proposaient les industriels était justement leur destruction. Mais il a été démontré d'autre part que ces enzymes ont un rôle utile dans la digestion et dans l'assimilation, et l'on s'explique que l'on se soit demandé si leur suppression ne devait pas entraîner de conséquences fâcheuses.

Cet argument qui vise directement le principe de

la stérilisation absolue a son importance, mais il nous semble qu'il ne faut pas l'exagérer. Sans aucun doute, les hautes températures auxquelles on soumet le lait détruisent en lui tout ce qui est doué de vitalité : les ferments solubles et les ferments lactiques ordinaires ne résistent pas dix minutes à la température de 80° et les ferments de la caséine qui sont sporulés ne semblent pas pouvoir résister aux températures de 108° prolongées pendant 45 minutes. Mais l'action que ces ferments peuvent avoir sur la digestibilité n'est pas encore bien nettement démontrée ; et si la lipase est capable de dédoubler les graisses et les lécithines, et de faciliter leur assimilation, il semble bien que les sucs digestifs peuvent remplir le même but et la suppléer ; enfin, si les ferments de la caséine facilitent comme le prétend M. Duclaux, la digestion de cette substance, il ne faut pas oublier que, dans certains cas, ces ferments ont pu devenir pathogènes. D'ailleurs, avant de condamner une méthode, il faut établir un parallèle entre ses inconvénients et ses avantages, et il ne faut pas oublier que si le surchauffage détruit des ferments dont l'utilité est contestable, il détruit aussi toutes les bactéries et tous les microbes dont le rôle peut être néfaste.

La chaleur, a-t-on dit, ne se contente pas de détruire les ferments du lait, elle le modifie profondément dans sa constitution chimique. Sans parler des gaz dissous qui diminuent sous son action, des substances aromatiques qui s'évaporent, elle touche

plus ou moins profondément la plupart de ses éléments nobles.

Les globules butyreux, qui sont relativement peu atteints, subissent parfois un commencement d'oxydation qui donne au lait un goût rance, et habituellement une désémulsion en vertu de laquelle les graisses forment des agglomérations d'un aspect désagréable et d'une digestion plus difficile.

Au dire de certains chimistes, le lactose subirait du fait du chauffage en présence de sels alcalins une oxydation qui le transformerait en caramel, et c'est à cette transformation que serait dû le jaunissement des laits surchauffés. Cette oxydation du lactose donnerait naissance, d'après Gautrelet, à des dérivés de l'acide ulmique ou, d'après Cazeneuve et Haddon, à des acides comme l'acide formique, dont la présence suffirait à expliquer la coagulation du lait, qui se produit lorsqu'on le porte à une haute température. M. Duclaux ne partage pas cette opinion, car les dosages du lactose avant et après le surchauffage lui ont montré que cette substance n'a pas diminué sous l'action de la chaleur ; en tout cas, les modifications du lactose sont négligeables puisqu'il reste 40 à 50 grammes de sucre par litre de lait stérilisé.

Pour M. Duclaux, le jaunissement du lait et son mauvais goût sont dus à une modification de la caséine, modification dont il trouve la preuve dans la formation d'une petite quantité de peptones sous l'influence d'un chauffage du lait à 110°. La coagulation du lait sous la seule action de la chaleur

(130° lorsque le lait est frais et n'a pas subi de fermentation lactique) lui paraît être l'indice de la sensibilité de la caséine vis-à-vis d'elle, et nous verrons, en effet, en étudiant la digestibilité du lait stérilisé que la chaleur semble modifier la constitution moléculaire de la caséine, puisque le caillot formé par sa précipitation sous l'influence du suc gastrique n'a pas le même aspect physique que celui de la caséine du lait cru.

Billon, qui conçoit les matières protéiques du lait de façon différente, précise davantage les modifications que la chaleur leur fait subir.

La lactalbumine altérée à 110° formerait de petites quantités de peptones; la caséine commencerait à s'altérer à 75°; dans l'eau bouillante, elle se dédoublerait en albumine et en nucléine, et à la suite d'une ébullition prolongée, cette nucléine perdrait même une partie de son phosphore.

La lécithine, cet autre composé organique phosphoré du lait, subirait, du fait de la chaleur, une destruction presque complète : d'après Bordas et Raczkowski, elle s'altère dès la température de 76° et à la température de 110° elle brunit et se décompose profondément : une bonne partie de son acide phosphorique est mise en liberté.

Il en résulte que tous les composés organiques phosphorés seraient en partie détruits par la chaleur et que la teneur du lait en ces principes serait sensiblement diminuée; on a beaucoup insisté sur ce point dans ces derniers temps et on s'est voulu y voir

une cause importante de diminution de la valeur nutritive du lait surchauffé. On connaît, en effet, l'importance de ces composés organiques phosphorés dans la constitution cellulaire; on sait aussi qu'ils sont les formes les plus facilement assimilables du phosphore. Stassano et Billon ont montré récemment que les lécithines qui ne sont attaquées ni par le suc gastrique, ni par le suc pancréatique, semblent être utilisées immédiatement par l'économie et Loewi, qui a étudié les nucléines au même point de vue, est arrivé, à leur sujet, aux mêmes conclusions. Cette destruction des composés organiques phosphorés du lait aurait donc une réelle importance, et d'autant plus grande que le lait de vache qui est si riche en phosphates minéraux est relativement très pauvre en composés phosphorés organiques; d'après les dosages de Siegfried et Witsnach, en effet, tandis que dans le lait de femme il y aurait 41,5 de composés organiques phosphorés pour 100 de phosphore total, dans le lait de vache il n'y en aurait que 6 pour 100.

Que faut-il penser de tous ces arguments? Evidemment il faut bien admettre que les lécithines sont détruites par la chaleur, mais il ne s'ensuit pas que la valeur nutritive du lait en soit sensiblement diminuée: il ne nous semble pas que la destruction d'une si minime quantité de lécithine (il y en aurait 1 gr. par litre de lait) puisse avoir de bien terribles conséquences. Nous savons d'ailleurs que l'organisme normal a le pouvoir de fabriquer ses lécithines et son phosphore organique en partant du phosphore minéral,

et nous pouvons en conclure que les nourrissons utilisent les phosphates minéraux en excès dans le lait de vache pour suppléer à la destruction des lécithines.

Il est vrai que l'on a assuré également que la chaleur modifie les phosphates minéraux du lait et les rend inassimilables. Cette objection faite aux laits surchauffés mérite de nous arrêter, car comme le dit M. Marfan « les phosphates du lait sont pour beaucoup dans la valeur alimentaire de ce liquide. C'est avec eux que le jeune animal en lactation constitue son système osseux ». Et, d'autre part « les sels minéraux du lait exercent une influence considérable sur les propriétés de la caséine, sur son coagulum, sur son degré de cohésion, sur sa digestibilité. » Les modifications des phosphates peuvent donc avoir une réelle importance.

Nous avons vu que le lait de vache est très riche en sels et qu'il renferme en particulier une grande quantité de phosphates. D'après les analyses de Duclaux, un litre de lait de vache frais contient :

en suspension	{	Phosphate de chaux	2,22
		Phosphate de magnésie	0,08
		Phosphate de fer et alumine	0,02
		Acide phosphorique en excès	0,06
en dissolution	{	Phosphate de chaux	1,07
		Phosphate de soude	1,04

et ce phosphate soluble est maintenu à l'état de dissolution, grâce à la présence dans le lait de 1 gr. environ d'acide citrique combiné à la soude.

L'acide citrique, dont la présence dans le lait a été

constatée pour la première fois par Soxhlet, s'y trouverait d'après Vaudin sous la forme de citrates alcalins, sels plus solubles à froid qu'à chaud. Sous l'influence de la chaleur, ces sels précipiteraient et leur précipitation entraînerait celle des phosphates devenus insolubles. Mais M. Duclaux a montré que tous ces sels se redissolvent à froid et en a conclu que la chaleur n'agit pas d'une façon persistante sur les phosphates du lait ; du reste, il n'a pas constaté de modifications dans la répartition de ces sels après la stérilisation (1894).

Cependant, plus récemment, certains auteurs sont revenus sur la question et sont arrivés à des résultats un peu différents : d'après Corbette, un litre de lait contiendrait environ 1 gr. d'acide citrique sous forme de citrate tribasique amorphe, sel plus soluble à froid qu'à chaud. Or, sous l'influence de l'ébullition prolongée, ce citrate amorphe se transformerait en citrate cristallin, sel beaucoup moins soluble qui se précipite à chaud et ne se redissout que partiellement à froid. En effet, d'après MM. Corbette et Netter, 1 litre d'eau distillée qui :

A 14° dissout : 1 gr. 41 de citrate amorphe correspondant à 1 gr. 80 d'acide citrique.

Et à 100° dissout : 0 gr. 90 de citrate amorphe correspondant à 0 gr. 69 d'acide citrique.

ne dissout :

A 14° que 0,84 de citrate cristallin correspondant à 0,56 d'acide citrique.

Et à 100° que 0,57 de citrate cristallin correspondant à 0,38 d'acide citrique ;

et ces auteurs en concluent que la teneur du lait en citrates solubles est réduite de moitié environ après l'ébullition et que le lait stérilisé ne contiendrait que 0,50 d'acide citrique soluble au lieu de 1 gr. contenu dans le lait frais. Cette perte de 0,50 d'acide citrique soluble leur paraît devoir expliquer la perte du pouvoir anti-scorbutique du lait surchauffé et rendre compte des cas de scorbut observés à la suite de son emploi. Nous nous contentons, pour le moment, de signaler cette opinion de M. Netter que nous aurons l'occasion de discuter quand nous étudierons les rapports des laits industriels avec le scorbut infantile.

Grelley, dans sa thèse, a repris cet argument et s'en est servi pour rendre compte suivant la théorie de Vaudin de la diminution des phosphates solubles dans les laits surchauffés. Cette diminution a été niée par M. Duclaux mais les expériences de Grelley et Lemaire paraissent bien démontrer qu'elle existe. Ces auteurs ont fait des dosages comparés de l'acide phosphorique dans du lait frais et dans du lait de même origine ayant subi l'action de la chaleur et ils ont constaté que tandis que le lait témoin recueilli tant au fond qu'à la surface du récipient contenait 0,0526 d'acide phosphorique par 50 gr. de liquide, le lait ayant subi l'ébullition pendant 1/2 heure et recueilli à la surface contenait 0,0475 d'acide phosphorique et celui recueilli au fond en contenait 0,0725. Ils en concluent qu'il y a eu précipitation d'une partie des

phosphates et ils admettent que cette précipitation provient de ce que leur redissolution est devenue impossible par suite des modifications des citrates. Ces expériences nous paraissent, en effet, assez démonstratives et nous admettons avec Grelley que les phosphates solubles sont quelque peu diminués dans les laits surchauffés.

Telles sont les modifications que les recherches chimiques ont permis de constater dans la constitution du lait soumis au surchauffage ; elles peuvent se résumer en quelques mots : destruction des ferments, diminution des gaz en dissolution, évaporation des substances aromatiques, modifications de la caséine, destruction des lécithines, réduction de 1 gr. à 0 gr. 50 de l'acide citrique dissous, réduction de un tiers de phosphates solubles. On le voit, ces modifications sont réelles et portent principalement sur les aliments plastiques. Mais sont-elles assez importantes pour réduire sensiblement sa valeur nutritive ? Théoriquement il est permis d'en douter. Nous avons déjà dit ce que nous pensions de la destruction des ferments et de celle des composés organiques phosphorés et on se souvient que l'organisme peut facilement suppléer à leur destruction. Il nous semble qu'il peut également suppléer au défaut de quelques centigrammes de phosphates ou de citrates solubles. Et d'ailleurs, en admettant même que cette diminution dans la valeur nutritive de l'aliment soit assez considérable, il resterait à démontrer qu'elle est un

mal quand on emploie ce lait dans l'allaitement artificiel puisque, comme nous l'avons vu, le lait de vache comparé au lait de femme est un lait trop riche et que son excès de richesse porte justement sur les aliments plastiques.

Valeur digestive des laits surchauffés. — Si l'étude chimique des laits surchauffés nous a permis de conclure que leur valeur alimentaire se trouvait quelque peu diminuée du fait de ce mode de stérilisation ; par contre, elle nous montre que sa digestibilité s'en trouve accrue. Nous avons vu à propos du lait de vache cru que sous l'influence du suc gastrique la caséine de ce lait se prend en masses compactes qui emprisonnent les globules bulyreux, que le coagulum ainsi formé se laisse difficilement pénétrer par les sucs digestifs et qu'il en résulte un retard sensible des phénomènes de la digestion. Or il est démontré aujourd'hui que la chaleur modifie si heureusement la caséine du lait de vache que sous l'action du suc gastrique elle se prend en flocons fins et granuleux qui se rapprochent sensiblement de ceux que donne le lait de femme dans les mêmes conditions.

Le fait démontré par Chavane (*Thèse de Paris*, 1893) pour les laits stérilisés à 100° avec l'appareil de Gentile a été, depuis, mis en doute par Gautrelet (1) pour les laits surchauffés à 110°, mais les expériences reprises par MM. Comby, Marfan et Apert ne permet-

(1) GAUTRELET. — Influence de la température sur la divisibilité de la caséine dans le lait de vache. *Soc. Méd. Chirurg.* de Paris. 25 mars 1895.

tent plus de doutes à cet égard ; et si l'on admet que la divisibilité plus grande du coagulum de la caséine facilite la digestion des laits (1), on doit admettre que le surchauffage accroît leur digestibilité. Du reste, le fait a été vérifié *in vitro* plusieurs fois et les digestions artificielles comparées de lait stérilisé et de lait cru, ont amené Michel à conclure que « la stérilisation ne diminue pas la digestibilité des matières albuminoïdes ; elle l'augmente au contraire (2). » Jemma est arrivé de son côté, aux mêmes conclusions (JEMMA, *Clin. Méd. Ital.*, n° 16, 1899) et M. Netter, dans une étude sur le chimisme gastrique des nourrissons nourris au lait stérilisé, a établi que la digestion stomacale de ce lait se rapprochait beaucoup de celle des enfants au sein.

L'étude théorique de la valeur alibile des laits surchauffés nous amène donc à cette conclusion que, si le surchauffage diminue quelque peu la valeur nutritive de ce liquide, par contre, il le modifie si favorablement à d'autres points de vue, qu'il doit en faire un aliment supérieur au lait cru. L'expérience est d'accord avec la théorie et nous allons voir que l'emploi des laits surchauffés a réalisé, dans l'allaitement, un progrès considérable ; mais, nous allons voir aussi que ce mode d'allaitement est loin d'être parfait

(1) Le fait a été mis en doute par Ellenberger et Hofmeister qui soutiennent que la coagulation en fins flocons du lait stérilisé permet son passage trop rapide dans l'intestin sans que l'acide chlorhydrique et la pepsine aient eu le temps d'exercer une action utile. (MÉRY. — *S. d'O. de G. et de P.* 10 février 1902.)

(2) CH. MICHEL. — Digestion artificielle du lait. *L'Obstétrique*, 1896.

et est, en tout cas, bien inférieur à l'allaitement maternel.

Résultats cliniques obtenus par l'usage des laits surchauffés dans l'allaitement artificiel. — Lorsque l'usage du lait stérilisé commença à se répandre, les résultats obtenus dans l'allaitement parurent si satisfaisants, que certains cliniciens s'imaginèrent avoir trouvé, dans cet aliment, un succédané du lait de femme et que certains même n'hésitèrent pas à le déclarer supérieur. Cette opinion déraisonnable devait fatalement aboutir à une réaction, car on demandait à ce lait plus qu'il ne pouvait donner. La réaction se produisit en effet, mais elle dépassa le but et l'on vit et l'on voit encore aujourd'hui, des médecins considérer le lait stérilisé comme un aliment pathogène.

En réalité, le lait stérilisé industriellement par surchauffage « ne mérite ni cet excès d'honneur, ni cette indignité. » (PINARD, *S. d'O. de G. et de P.*, janvier 1902). Son emploi n'est pas parvenu à rendre l'allaitement artificiel égal à l'allaitement au sein et il persiste entre eux deux un abîme; mais, du moins, il a supprimé un grand nombre des inconvénients de l'allaitement au biberon et permet, dans l'immense majorité des cas, de le mener à bien.

Par l'emploi du lait stérilisé industriellement, on est parvenu à supprimer les gastro-entérites aiguës au cours de l'allaitement; l'accord des pédiatres est unanime sur ce point et M. Guinon lui-même, qui a fait assez souvent des réserves sur l'emploi des laits

surchauffés, le reconnaît et déclare qu'à ce point de vue les laits industriels sont bien supérieurs au lait stérilisé à domicile « souvent dangereux, parce qu'il est déjà altéré quand on le stérilise, parce qu'il a été transporté, ballotté. » Pourtant, M. Guinon fait quelques réserves car il ajoute : « La gastro-entérite s'observe aussi avec les laits industriels ; le changement brusque de température, les orages suffisent à produire des empoisonnements rapidement mortels. » Ces faits s'observent, en effet, mais il semble bien évident qu'ils ne sont pas imputables à la stérilisation. Dans tous les cas, on constate que la nourrice a commis une faute, que, par exemple, elle n'a pas pris soin de déboucher le lait immédiatement avant de l'utiliser ou bien qu'elle a négligé de s'assurer elle-même que le lait n'a subi aucune altération avant débouchage ; il ne suffit même pas de s'assurer, par la vue, que le lait est inaltéré ; il est nécessaire de le goûter et M. Bar nous faisait part, à ce sujet, d'un cas observé par lui d'une entérite très grave survenue chez un enfant n'ayant pris qu'une seule prise de lait stérilisé d'apparence satisfaisante et qui ne présentait d'autre altération appréciable qu'un goût désagréable.

Un second point que l'expérience oblige à reconnaître, c'est que l'usage du lait stérilisé réduit sensiblement les incidents de l'allaitement ; il suffit, pour s'en convaincre, de consulter les statistiques des dispensaires ; sous son influence, les augmentations de poids sont plus régulières et il arrive assez souvent

que les enfants nourris méthodiquement dès la naissance, avec ce lait, se développent aussi parfaitement en apparence que les enfants au sein.

Et pourtant, même quand ils sont bien portants, ces enfants, à y regarder de près, sont différents des enfants au sein « ils en diffèrent par leur digestion et par leur nutrition » (Marfan). Chez eux, la digestion est lente et incomplète, elle détermine des putréfactions qui donnent aux matières fécales et aux urines une odeur ammoniacale très accusée ; la constipation est de règle et l'enfant n'expulse qu'avec peine une assez grande quantité de matières fermes. Quoique la croissance soit assez régulière, que parfois même elle « soit un peu excessive, les enfants sont assez souvent pâles, leurs chairs sont molles, flasques, sans fraîcheur ; ils sont peu remuants et semblent avoir un certain degré de débilité musculaire » ; ils sont aussi moins résistants, plus fragiles, plus vulnérables, ils deviennent plus facilement malades et il semble qu'ils aient une réceptivité plus grande pour toutes les maladies infectieuses ». Ces enfants, en un mot, sont anémiques et ils restent souvent anémiques jusqu'à la fin de leur deuxième année.

Ces imperfections dans la digestion et la nutrition des enfants sont en effet réelles ; mais, à quoi peuvent-elles être attribuées ? M. Guinon et aussi M. Heubner qui est pourtant moins affirmatif, n'hésitent pas à déclarer que, à leur sens, le traitement du lait par surchauffage doit être mis en cause, que les altérations qu'il provoque dans cet aliment diminuent sa valeur

nutritive et permettent de mettre en doute sa suffisance. « Le lait stérilisé à 110° dans l'autoclave, dit M. Guinon, quand son emploi est prolongé longtemps, sans association d'aliments naturels frais, peut produire des troubles de développement... et je crois qu'il a des inconvénients sérieux. » Mais M. Guinon va plus loin encore, et, non content de reporter sur les procédés de stérilisation du lait toutes les imperfections constatées dans l'allaitement artificiel, il accuse les laits surchauffés de provoquer des méfaits beaucoup plus graves, tels que le rachitisme et le scorbut infantile.

Pour ce qui est du scorbut infantile, nous ne voulons pas discuter ici cette question de ses rapports avec les laits surchauffés, question complexe que nous étudierons avec plus de profit, lorsque nous aurons passé en revue les différents laits industriels ; nous nous contentons, pour le moment, de faire remarquer que le scorbut n'a été observé que d'une façon relativement exceptionnelle au cours de l'allaitement avec les laits surchauffés et que, par suite, il ne semble pas permis d'incriminer le surchauffage.

Quant à l'autre accusation : « le lait stérilisé à 110° dans l'industrie engendre du rachitisme » nous croyons qu'aujourd'hui on en a fait justice. Les discussions de la société d'obstétrique, de gynécologie et de pédiatrie, au mois de janvier 1902, reprises à la société de Pédiatrie par MM. Variot et Ausset en mars et en avril de la même année, ont nettement établi qu'on n'observe pas de rachitisme vrai chez les enfants

nourris avec les laits surchauffés lorsqu'ils ont été nourris méthodiquement. Toutes les fois que cette maladie a été observée, on a pu constater que des fautes avaient été commises, que les enfants avaient été suralimentés, qu'on leur avait administré trop tôt des panades et des bouillies, de telle sorte que ce n'est pas le lait stérilisé qui engendre le rachitisme, mais bien le mauvais emploi qu'on en fait.

Nous trouvons donc que l'opinion de M. Guinon sur les laits surchauffés est un peu sévère, et nous nous rallions à celle de M. Marfan qui écrit : « Je suis porté à croire que les troubles de la digestion et de la nutrition observés... ne sont pas réellement imputables à la cuisson du lait, mais qu'ils sont dus à l'allaitement artificiel lui-même, c'est-à-dire à la suppression du lait maternel... ; ces imperfections ne sont pas propres aux enfants nourris avec du lait chauffé à 110°, on les retrouve chez les enfants nourris exclusivement avec du lait chauffé au Soxhlet ou avec du lait bouilli. » Cette opinion de M. Marfan est, d'ailleurs, partagée par MM. les professeurs Pinard et Hutinel.

Nous croyons donc pouvoir terminer cette étude par les conclusions suivantes : l'emploi méthodique des laits surchauffés a réalisé un grand progrès dans l'allaitement artificiel ; il supprime les accidents aigus qui rendaient cet aliment si meurtrier et permet de le mener à bien dans la plupart des cas sans incidents notoires. Toutefois, il est évident que ce mode d'allaitement ne saurait être comparé à l'allaitement

au sein et qu'il lui reste tout à fait inférieur. Mais, il serait injuste d'accuser le surchauffage d'être la cause des imperfections constatées, car rien ne permet de l'affirmer et il est, au contraire, plus vraisemblable que ces imperfections sont la conséquence de la privation du lait maternel.

B. — PASTEURISATION DU LAIT

Quelque satisfaisants que soient les résultats obtenus dans l'allaitement artificiel à la suite de l'usage de laits traités par surchauffage, il n'en reste pas moins acquis que le surchauffage a quelques inconvénients; sans parler des modifications, sinon profondes, du moins certaines, que fait subir au lait ce mode de traitement, il est évident que le mauvais goût et l'aspect désagréable, résultant de la caramélisation et de la désémulsion, constituent au point de vue commercial, des imperfections réelles, car elles provoquent souvent, vis-à-vis de ces laits, une sorte de répulsion du public qui suffit bien souvent à en entraver l'emploi et, par suite, la vente. Aussi s'explique-t-on que l'industrie ait, depuis longtemps, essayé de remédier à ces inconvénients; elle a tenté de le faire de diverses façons : en stérilisant le lait par chauffage moindre, en le stérilisant sous pression de gaz, enfin en le fixant, procédés que nous allons maintenant étudier.

La pasteurisation, en réalité, a été utilisée pour la conservation du lait avant la stérilisation par sur-

chauffage, mais les conditions dans lesquelles on la pratiquait donnaient des résultats si incertains qu'on n'a pas tardé à renoncer à son emploi, tout au moins pour les laits destinés à l'allaitement artificiel. Les imperfections des laits surchauffés et la campagne entreprise contre la stérilisation absolue sous pression ont engagé les industriels à revenir à ce procédé primitivement abandonné, et les perfectionnements apportés depuis quelques années à la pasteurisation sont tels, qu'à notre avis, ce procédé doit être appelé, dans un avenir assez proche, à supplanter la stérilisation par surchauffage.

On connaît le principe de la pasteurisation : il consiste simplement à porter le lait pendant quelques minutes à des températures oscillant entre 75° et 80°, puis à le refroidir brusquement aux environs de 10°. En traitant le lait de cette façon, on n'avait pas la prétention de le stériliser d'une manière absolue, on se proposait simplement une stérilisation relative ; car en le chauffant à 70°, on détruit tous les microbes pathogènes et tous les ferments lactiques qui l'altèrent rapidement, mais on ne détruit pas les microbes sporulés, les ferments de la caséine qui résistent à des températures beaucoup plus élevées. On jugeait cette stérilisation relative suffisante parce que les ferments de la caséine sont peu nuisibles ; certains auteurs allaient même jusqu'à la juger supérieure à la stérilisation absolue car, disaient-ils, elle permet de détruire les microbes nuisibles tout en conservant les microbes utiles ; et pour montrer que

les ferments de la caséine, loin d'être nuisibles, ont une réelle utilité, ils s'appuyaient sur ce fait qu'ils alcalinisent le lait, et que cette alcalinité rend beaucoup plus facile sa digestion ; ils s'appuyaient aussi sur l'opinion de M. Duclaux qui a prétendu qu'ils pouvaient servir d'auxiliaires aux ferments digestifs; enfin ils ajoutaient que le chauffage à 70° n'altère pas la valeur nutritive du lait.

Et de fait, les essais de ce lait pasteurisé donnèrent tout d'abord, dans l'allaitement artificiel, quelques bons résultats. MM. Comby, Debove, Legroux, Le Gendre élevèrent des enfants avec le lait pasteurisé sans provoquer ni coliques, ni diarrhée verte, ni désordres intestinaux. Oppenheim et Axel Johanessen se trouvèrent si satisfaits de son emploi qu'ils proposèrent de l'utiliser d'une façon générale dans l'alimentation des enfants du premier âge.

Mais cet enthousiasme fut loin d'être partagé par tous les pédiatres ; la plupart reprochèrent à la pasteurisation d'être un procédé de conservation du lait tout à fait incertain et, par suite, dangereux ; on lui reprocha de ne conserver le lait que pendant trop peu de temps, et enfin on déclara que l'absence d'altérations du lait qu'on prétendait obtenir par ce procédé, n'était qu'une pure chimère. Le lait pasteurisé, essayé par quelques-uns, fut bien vite complètement rejeté et la pasteurisation ne fut plus utilisée que pour obtenir une conservation temporaire et permettre au lait de voyager quelques heures sans subir la fermentation lactique.

Cet abandon de la pasteurisation n'était d'ailleurs que justice, car les procédés industriels de pasteurisation étaient tout à fait insuffisants et incapables de livrer à la consommation un produit sur lequel on pouvait compter. En Allemagne, le procédé de pasteurisation le plus usité consistait à faire passer le lait sur une plaque métallique ondulée, chauffée avec de l'eau chaude, puis refroidie avec de l'eau froide (procédé de la plaque, appareil de Thiel). En France, on utilisait la méthode du Pr Fyord et l'appareil à pasteurisation continue : le lait, recueilli après la traite dans un réservoir, était amené par un système de canalisation dans un serpentín entouré de vapeur d'eau où il était porté à la température de 70° à 75°. La même canalisation amenait ensuite le lait dans un autre serpentín entouré de glace ou d'eau froide circulante, où il se refroidissait. Au sortir de cet appareil réfrigérant, le lait était recueilli dans des récipients et livré à la consommation.

Tous ces procédés et bien d'autres que nous passons sous silence sont susceptibles du même reproche : c'est que dans tous les cas, le lait est chauffé, refroidi et mis en bouteille à l'air libre, ou dans des milieux chargés de ferments et que par conséquent la stérilisation obtenue est illusoire puisque dans tous les cas, le réensemencement peut se produire immédiatement et qu'il est, pour ainsi dire, inévitable.

Kuhne, le premier, montra le défaut de ce procédé et émit l'idée de pratiquer la pasteurisation à l'abri de l'air et dans des milieux aseptiques ; mais il

ne put trouver le moyen de réaliser pratiquement cette idée pour l'industrie. En 1897, M. Contant, ingénieur, imagina un appareil qui permet d'effectuer la pasteurisation en vase clos. Cet appareil que M. Ausset a fait connaître à la Société de Pédiatrie semble avoir réalisé un notable progrès. Le lait contenu dans des flacons en verre spécial est porté rapidement à la température d'environ 80° à l'aide de la vapeur d'eau, puis refroidi brusquement après bouchage des flacons et le bouchage est tel que s'il permet la sortie de l'air pendant le chauffage, il empêche sa rentrée après la pasteurisation. Dans ces conditions, le réensemencement est impossible. Mais ce procédé qui peut être utilisé dans les familles et dans les gouttes de lait ne paraît guère utilisable dans la grande industrie. Bien que le verre des flacons soit assez résistant, il en est un certain nombre qui ne résistent pas au refroidissement brusque, et, d'autre part, le système de bouchage adopté est assez susceptible et, par suite, onéreux.

Tout dernièrement, M. Lamouroux a imaginé un procédé qui nous paraît répondre à tous les desiderata. Son appareil consiste essentiellement dans un autoclave horizontal auquel est annexé un système de tuyauterie qui le met en communication, d'une part, avec un générateur de vapeur, d'autre part, avec les récipients destinés à recueillir le lait, enfin avec un appareil à refroidissement soit à l'eau froide, soit à l'acide carbonique liquide.

Dans un premier temps, on établit un courant de

vapeur d'eau dans toutes les parties de l'appareil de façon à en chasser l'air et à les stériliser ; dans un deuxième temps, le lait introduit dans l'autoclave est porté pendant quelques minutes à la température de 70° ; un agitateur permet pendant toute la durée de l'opération de brasser la masse du lait et de répartir très uniformément la chaleur. Dans un troisième temps, le lait est refroidi brusquement à la température de 10° à l'aide de l'eau froide ou de l'acide carbonique liquide. Enfin, dans le dernier temps, le lait est recueilli dans des récipients qui doivent le transporter directement sur le lieu de consommation. Ces récipients de même que la tuyauterie qui les unit à l'autoclave ont été stérilisés et privés d'air par le courant de vapeur du premier temps de l'opération. Un système de bouchage spécial complète ce procédé de fabrication, grâce auquel le lait se trouve pasteurisé, brusquement refroidi et mis en bouteille à l'abri de l'air et dans des milieux préalablement stérilisés, le tout automatiquement. Ce lait pourrait être conservé fort longtemps sans subir d'autres altérations qu'une légère désémulsion qui se produit, comme dans les laits stérilisés, du huitième au quinzième jour.

Les laits pasteurisés à l'abri de l'air n'ont pas encore été expérimentés suffisamment dans l'allaitement artificiel et il serait prématuré d'affirmer leurs avantages cliniques, mais nous tenons à signaler les avantages qu'ils nous paraissent présenter théoriquement :

1° Le lait pasteurisé à l'abri de l'air est un lait pra-

tiquement stérile; les microbes pathogènes qu'il peut contenir ne résistent pas, en effet, à la température de 80°. Bång, cité par Netter, a démontré le fait pour la tuberculose et Lœffler pour la scarlatine et la fièvre aphteuse. Quant aux bactéries qui jouent le rôle principal dans la production des diarrhées infantiles, la plupart, et en particulier les agents de la fermentation lactique, ne résistent même pas à la température de 65°. Certaines bactéries sporulées, il est vrai, résistent à des températures supérieures à 100° et 115°, mais d'après M. Netter, les spores de ces bactéries ne pourraient être détruites par les températures employées pour la stérilisation industrielle, de telle sorte que le surchauffage n'aurait, à ce point de vue, aucun avantage sur la pasteurisation.

D'ailleurs, toute cette discussion serait inutile, car d'après l'inventeur, les spores elles-mêmes seraient détruites par le traitement qu'on fait subir au lait, dans le procédé que nous venons de décrire; si elles résistent à la température de 80°, elles ne résisteraient pas à cette température suivie brusquement du refroidissement rapide auquel on les soumet. Il paraît, en effet, que le lait traité suivant cette méthode, laissé à l'étuve, ne donne aucune culture et reste absolument stérile.

Quelle que soit l'opinion admise, le lait pasteurisé à l'abri de l'air est un lait pratiquement stérile, et à ce point de vue, il offre les mêmes garanties que s'il avait été porté à 100° et au-delà.

2°. Le lait pasteurisé a subi, du fait de la chaleur,

des modifications beaucoup moins profondes que le lait surchauffé ; il ne présente pas le goût de cuit, sa coloration n'est pas changée ; la caséine, qui ne commence à s'altérer qu'à 75°, n'a subi qu'une très légère transformation et en tous cas, n'est pas dédoublée en albumine et nucléine ; il en est de même des autres composés phosphorés organiques et des lécithines qui ne se dédoublent réellement qu'au voisinage de 100° ; le lactose n'a pas subi d'oxydation, les citrates solubles n'ont pas été transformés en citrates insolubles, et par suite, la quantité de phosphates minéraux solubilisés dans le lait reste intacte.

Cette absence de modifications chimiques n'est pas négligeable.

La pasteurisation nous paraît donc être une méthode de conservation du lait excellente et supérieure sur certains points à la stérilisation absolue. Si jusqu'ici, elle n'a pas donné de bons résultats, on peut supposer que la faute en est à l'imperfection des procédés industriels utilisés. Les nouveaux procédés de pasteurisation à l'abri de l'air et dans des milieux aseptiques qui assurent une pasteurisation vraiment effective permettent d'espérer des résultats meilleurs, et ceux que M. Ausset a obtenus avec les laits traités suivant la méthode de M. Contant sont déjà d'un bon augure.

CHAPITRE IV

CONSERVATION DU LAIT SOUS PRESSION D'OXYGÈNE

Il y a déjà un certain nombre d'années que les expérimentateurs ont essayé de conserver le lait en le traitant par des gaz sous pression. Mauchamp, dans sa thèse, cite un ingénieur, M. Villon, qui serait arrivé à conserver le lait sous pression d'oxygène de façon à ne lui faire subir aucune modification essentielle; MM. Nourry et Michel (1) tentèrent de substituer l'acide carbonique à l'oxygène, et les recherches auxquelles ils se livrèrent les amenèrent à cette conclusion que le traitement du lait, sous pression de ce gaz à froid, ne tue pas les microbes qu'il peut contenir mais peut cependant, très avantageusement, retarder leur pullulation. Enfin, plus tard, vers 1899, un chimiste, M. Léon Cosserat, émit l'idée de traiter les laits successivement par l'acide carbonique et l'oxygène et prétendit, par ce procédé, atteindre la stérilisation complète de ce liquide. Immédiatement après la traite, M. Cosserat mettait le lait à froid en présence de l'acide carbonique, en évitant que ce gaz soit sous pression, car l'acide carbonique détermine la précipitation de la caséine; après 24 heures de ce traitement, le lait, toujours à froid, était

(1) *Journal de pharmacie et de chimie*, février 1893.

placé sous une pression d'oxygène de 18 à 20 atmosphères pendant 24 autres heures. Le premier temps de l'opération avait pour but la destruction des ferments lactiques et en particulier du bacillus lacticus essentiellement aérobie; le deuxième temps devait empêcher le développement du bacillus butyricus, microbe anaérobie type, et provoquer la destruction des autres agents de fermentation. Ce procédé aurait permis à son auteur de conserver du lait intact pendant plusieurs mois; théoriquement, cependant, il paraît susceptible de bien des objections, et sans doute, en pratique, il n'a pas donné de résultats satisfaisants.

Ces tentatives infructueuses ont été reprises avec plus de succès par une compagnie industrielle qui, après de nombreux tâtonnements, est parvenue cependant à réaliser pratiquement la conservation du lait par ce procédé. Cette compagnie, depuis quelques années déjà, livre au commerce un lait qui a été traité par un léger chauffage en présence de l'oxygène sous pression; ce lait peut se conserver pendant plusieurs semaines sans subir d'altération; son goût est agréable et rappelle absolument celui du lait frais, son aspect et sa couleur sont très satisfaisants. D'autre part, la compagnie qui le fabrique a la prétention de livrer un lait qui a conservé toutes les qualités alimentaires du lait frais et qui, n'ayant subi aucune altération, lui paraît répondre à tous les desiderata des pédiatres. Enfin, l'expérience a démontré que ce lait pouvait être utilisé avec avantage, et la plupart de

ceux qui l'ont expérimenté se déclarent très satisfaits des résultats obtenus. Malheureusement on a observé, à la suite de son usage, quelques cas de scorbut infantile, et ces quelques cas ont suffi pour mettre en doute sa valeur nutritive et pour le rendre suspect. Il importe donc de nous demander si les manipulations subies ont pu altérer la valeur de l'aliment et si vraiment il mérite la suspicion dont il est l'objet.

Nous avons visité l'usine où ce lait subit les manipulations destinées à sa conservation, et nous pouvons rendre compte assez exactement de son mode de fabrication.

Le lait utilisé par la compagnie provient de troupeaux de vaches normandes dont on a exclu tous les mauvais éléments ; il est recueilli deux fois par jour, d'une façon aussi aseptique que possible, par un personnel que l'on a habitué à pratiquer la traite avec une propreté méticuleuse ; tous les vases et récipients utilisés pour cette opération sont d'ailleurs stérilisés à l'autoclave chaque fois qu'ils ont servi.

Aussitôt après la traite, le lait amené à l'usine est mis directement en bouteille, dans des bouteilles spéciales ayant subi, au préalable, une série de manipulations destinées à assurer leur propreté absolue et dans le goulot desquelles un ouvrier a introduit une bague de caoutchouc destinée, comme nous le verrons à la fermeture hermétique. Lorsque les bouteilles sont remplies de lait, elles sont placées dans un appareil où un dispositif très simple permet d'abord de faire le vide dans la partie libre de

liquide, puis de remplacer ce vide par de l'oxygène sous pression de 2 à 3 atmosphères. Pendant que le lait est soumis à cette pression d'oxygène, on renverse les bouteilles ; une petite bille de verre qui se trouvait libre dans son intérieur, vient s'appliquer sur la bague de caoutchouc, incluse dans le goulot, et, la bouteille sortie de l'appareil, cette bille se trouve maintenue par la pression de l'oxygène et assure la fermeture hermétique. Après cette opération, les bouteilles sont placées au bain-marie et portées pendant environ 2 heures aux environs de 70°; ce temps et ce degré varient d'ailleurs suivant la température extérieure ; après quoi on laisse le lait se refroidir lentement en 5 à 6 heures.

En somme, les manipulations qu'on fait subir au lait peuvent se résumer en quelques mots : on le porte pendant 2 heures à 70° sous une pression d'oxygène de 3 atmosphères et on l'abandonne sous cette pression d'oxygène à la température ordinaire. Or, l'expérience démontre que ces manipulations suffisent à assurer sa conservation.

Mais comment agissent-elles ? Comment expliquer qu'elles soient suffisantes ? Doit-on admettre que ce léger chauffage sous pression d'oxygène détruit tous les ferments animés du lait ? On s'explique bien, en vérité, la destruction des ferments lactiques qui ne résistent pas à la température de 65°, celle des ferments butyriques qui sont anaérobies, mais on s'explique mal celle des ferments de la caséine qui sont à la fois sporulés et aérobies. Il semble, en

vérité, plus logique d'admettre que ces ferments ne sont pas détruits, mais que le traitement qu'on a fait subir au lait les prive de vitalité, empêche leur germination et leur pullulation. Cette opinion est adoptée par M. Rosenthal, chef du laboratoire de M. le professeur Hayem qui a étudié ce lait au point de vue bactériologique et a bien voulu nous faire connaître les résultats de ses expériences inédites (1). Dans une première série d'expériences, M. Rosenthal mettait à l'étuve, sans le déboucher, du lait conservé sous pression d'oxygène et constatait que ce lait restait intact. Même après une semaine, des ensemencements sur gélose et bouillon avec des prises minimales de lait faites immédiatement après débouchage restaient stériles. Dans une deuxième série d'expériences il mettait à l'étuve le lait conservé sous pression d'oxygène, après un débouchage fait dans des conditions telles que toutes chances d'infection du lait se trouvaient évitées au cours de cette opération, et dans tous les cas il constatait que ce lait s'altérait et donnait un développement assez abondant de *Bacillus subtilis* pur ou associé au staphylocoque blanc. Du rapprochement de ces deux séries de faits, M. Rosenthal croit pouvoir conclure que le lait conservé sous pression d'oxygène contient en minime quantité du *Bacillus subtilis* et quelquefois, mais rarement, du staphylocoque blanc. Quoiqu'on puisse objecter que dans cette seconde série d'expériences la bille de verre refoulée

(1) Ces expériences ont été faites avec le lait *Nectar*.

dans le lait au cours du débouchage ait fort bien pu, malgré les précautions prises, ensementer le liquide et déterminer le développement constaté du bacillus subtilis et du staphylocoque, les conditions rigoureuses dans lesquelles s'est placé M. Rosenthal nous portent à partager ses conclusions et admettre que le chauffage léger du lait sous pression d'oxygène ne détruit pas les ferments de la caséine mais empêche simplement leur germination.

Il paraît donc établi que le lait conservé sous pression d'oxygène n'est pas un lait complètement privé de vitalité, car s'il ne contient plus de ferments solubles, ni de ferments lactiques, il renferme encore des ferments de la caséine, ferments dont l'utilité dans la digestion a été soutenue par M. Duclaux.

Ce que nous avons dit de la résistance des microbes pathogènes nous permet, d'autre part, de conclure que ces microbes ont été détruits au cours de l'opération, de telle sorte que ce procédé de conservation semble avoir réalisé la destruction des microbes nuisibles et la conservation des microbes utiles et qu'à ce point de vue ces laits semblent devoir présenter quelques avantages.

A ces avantages il faut joindre ceux qui résultent de ce fait que ce lait ne peut avoir subi, du fait de la chaleur, que des modifications sans importance : la faible température à laquelle il a été porté n'a pu déterminer ni altération de la caséine, ni dédoublement des lécithines, ni oxydation du lactose, ni précipitation des sels solubles.

Et pourtant le lait stérilisé sous pression d'oxygène est un des laits dont la valeur a été des plus suspectée en raison de quelques cas de scorbut infantile qui ont été observés à la suite de son emploi : on a dit, d'une part, que ce lait était pasteurisé à deux reprises à 65° et que ces pasteurisations successives altéraient sa valeur nutritive et le rendaient scorbutigène. On a dit, d'autre part, que sa constitution moléculaire pouvait être modifiée du fait de sa surcharge en oxygène et en ozone.

Nous avons déjà répondu à la première objection et elle tombe en effet devant ce fait que le lait conservé sous pression d'oxygène n'a subi, en réalité, qu'une seule et unique pasteurisation à 70°, et que cette unique pasteurisation est incapable de le modifier d'une façon vraiment sensible.

La seconde objection, émise par MM. Variot et Prunier, a plus de valeur mais, au dire même de M. Variot, elle n'est qu'une conjecture et jusqu'ici elle n'a pas été démontrée ; il semble bien, à la vérité, que les graisses des laits oxygénés subissent à la longue une certaine oxydation qui se traduit par un goût rance désagréable, mais en tout cas cette oxydation est légère et il serait téméraire de mettre sur son compte les cas de scorbut observés.

Enfin l'enquête que nous avons faite nous a montré que les cliniciens qui ont employé les laits chauffés sous pression d'oxygène, sont unanimes à dire que leur bon goût et leur aspect agréable les font accepter avec facilité, que leur digestibilité est très satisfai-

santé, que la nutrition des enfants qui les utilisent est normale et que, somme toute, ils donnent satisfaction. Sans doute, ils peuvent être scorbutigènes, mais nous verrons qu'à notre avis le fait qu'un lait peut être scorbutigène ne doit pas le faire exclure de l'allaitement. Aussi les laits oxygénés ne nous paraissent pas mériter la suspicion dont ils sont l'objet, et si leur préparation n'exigeait pas des manipulations aussi longues qui les rendent assez onéreux, nous serions portés à bien augurer de leur avenir industriel.

CHAPITRE V

FIXATION DU LAIT. — LAITS HOMOGÈNES

Les divers traitements industriels du lait que nous venons de passer en revue avaient tous pour but de conserver cet aliment en empêchant la production des fermentations qui altèrent sa composition. Tout différent est le procédé qui nous reste à étudier et qui est connu dans l'industrie sous le nom de fixation du lait. Ce procédé, relativement nouveau, ne permet pas, en effet, la conservation de cet aliment, il est destiné seulement à compléter les opérations précédentes et à remédier au phénomène de la désémulsion des graisses que les laits abandonnés ne tardent pas à présenter, quel que soit le procédé utilisé pour leur conservation.

Nous avons eu déjà plusieurs fois l'occasion de signaler ce phénomène de désémulsion : « Dans le lait normal, les globules de beurre sont suspendus à l'état d'émulsion très fine ; après la stérilisation, cette émulsion persiste avec ses caractères pendant une semaine, mais, après ce temps, une partie de la graisse perd l'état d'émulsion, se sépare et surnage à la surface du lait sous forme de grosses gouttes qui, à la longue, s'agglutinent en beurre ». Ce phénomène qui se produit d'ailleurs avec les laits crus

recueillis aseptiquement, donne au lait conservé un aspect souvent écœurant; si, d'autre part, le lait conservé est soumis à des chocs brusques et multipliés, si, par exemple, il est ballotté au cours d'un long voyage, la désémulsion des globules butyreux s'accroît encore et sa couche de crème soumise ainsi au barattage ne tarde pas à se transformer en beurre. Ce barattage du lait conservé s'oppose donc à son transport à grandes distances et contribue, pour sa part, à diminuer sensiblement sa valeur commerciale.

D'ailleurs la désémulsion des laits de conserve n'a pas seulement des inconvénients commerciaux, elle nuit aussi à la valeur digestive de l'aliment. Sans doute « le chauffage au bain-marie vers 40° et l'agitation permettent, au début, de faire prendre à la matière grasse, au moins à une grande partie, son état primitif d'émulsion, mais au bout de deux ou trois semaines cela n'est plus possible. Comme l'état de fine division des matières grasses rend le lait beaucoup plus facile à digérer », la désémulsion des globules butyreux diminue sa digestibilité. La fixation a pour but de rendre plus stable l'émulsion des globules butyreux du lait sans addition à ce liquide de produits chimiques.

On se servit d'abord pour la fixation du lait de la machine Julien, utilisée jusqu'alors pour l'émulsion des margarines; depuis lors, un constructeur a perfectionné la méthode de Julien et il a imaginé une machine qui a été décrite à la Société d'encoura-

gement pour l'industrie nationale, par M. Lindet (février 1901) et qui porte dans l'industrie le nom de lamineuse Gaulin. Cette machine « permet de pulvériser le lait sous une pression de 250 kilos. Trois pompes de compression, calées à 120°, refoulent le lait dans un réservoir commun où il pénètre par des ajutages d'injecteurs de 0^{mm},8 d'ouverture ; le lait, reçu ensuite dans les carafes, est stérilisé par les procédés ordinaires »...

On peut constater « en examinant le lait au microscope que les globules butyreux se trouvent réduits au 1/10 ou au 1/20 de leurs dimensions réelles. On conçoit facilement que la force ascensionnelle de ces globules, qui varie proportionnellement au cube de leurs rayons, soit considérablement diminuée. Les globules ne crèment pas d'une façon sensible et le barattage n'est plus à craindre » et, en effet, le lait réémulsionné dans ces conditions, puis stérilisé, conserve, pendant plusieurs mois l'aspect du lait frais.

La fixation du lait à l'aide de la lamineuse Gaulin ou de machines analogues est actuellement utilisée dans l'industrie pour la fabrication des laits dits homogènes et certains laits stérilisés souvent employés dans l'allaitement artificiel sont des laits fixés ; tel est, en particulier, le lait de Val Brenne (Comby, Variot, *Société de Pédiatrie*, février, mars et avril 1903). Les discussions dont ce lait a été l'objet, en 1903, à la Société de Pédiatrie ont, en effet, démontré que ce lait n'est ni dilué, ni modifié, qu'il est absolument pur et intégral, qu'il n'a subi d'ad-

jonction ni de retrait d'aucune sorte et que son point cryoscopique est normal; les renseignements que nous avons pu obtenir de notre côté, nous ont appris que ce lait est un lait fixé, stérilisé sous pression humide, puis refroidi brusquement dans l'autoclave.

Comme le lait pasteurisé sous pression d'oxygène, le lait fixé, puis stérilisé sous pression humide, a donné des résultats très satisfaisants à ceux qui l'ont employé dans l'allaitement artificiel. M. Comby déclare formellement à la Société de Pédiatrie que ce lait est parfait d'apparence; il ne renferme pas de grumeaux; il n'est pas caramélisé, il n'a pas le goût de cuit; il déclare aussi que ce lait est très bien digéré, que la nutrition des enfants qui l'ont employé est normale et, qu'en somme, il paraît donner de meilleurs résultats que les laits simplement stérilisés. Dans la même séance, M. Guinon déclare, de son côté, que les modifications physiques et chimiques de ce lait le rendent très digestif.

Mais, d'autre part, ce lait, comme le lait oxygéné, a à son actif un certain nombre de cas de scorbut infantile et ces cas, publiés, ont suffi à le rendre suspect. On s'est demandé si l'opération qu'on avait fait subir au lait n'avait pas modifié sa valeur nutritive ou sa constitution chimique, mais, à vrai dire, on n'a émis à ce sujet que des hypothèses qui n'ont pas été vérifiées. M. Variot pense, en particulier, que pendant l'opération de la pulvérisation, le lait, qui se trouve sous pression au contact de l'air, peut se saturer d'oxygène, et il se demande si cette saturation

d'oxygène, qui se produit également pour le lait Nectar, n'est pas sans inconvénient et si ce n'est pas elle que l'on pourrait accuser de rendre le lait scorbutigène. En réalité, on n'a pas constaté encore que les laits fixés aient subi, du fait de la fixation, des altérations dans leur constitution, et on n'est pas autorisé à s'appuyer sur ces altérations pour expliquer leur action scorbutigène.

Les quelques cas de scorbut infantile observés à la suite de leur emploi ne nous paraissent donc pas devoir faire exclure les laits fixés de l'allaitement artificiel; M. Comby nous a déclaré que telle était son opinion, et il n'hésite pas à prescrire ces laits, prétendus scorbutigènes, lorsque les laits simplement stérilisés par surchauffage sont mal supportés par les enfants.

Pourtant, à notre avis, la fixation du lait est susceptible d'une grande objection qui suffit à elle seule à rendre suspects tous les laits qui ont subi cette manipulation industrielle. La lamineuse Gaulin, qui permet la réémulsion des globules butyreux, permet également l'émulsion de toutes sortes de matières grasses, et il est à craindre que des industriels peu consciencieux ne l'utilisent pour la falsification de cet aliment. Rien de plus tentant que d'enlever au lait une partie de sa crème et de remplacer cette crème par des graisses animales ou végétales de valeur insignifiante, et rien aussi de plus facile, puisque cette falsification du lait met — paraît-il — les fraudeurs à l'abri de toute poursuite: certaines huiles végétales,

et en particulier l'huile de coton épurée, ne peuvent, en effet, être décelées dans les laits émulsionnés qu'avec de grandes difficultés, et les chimistes n'ont pas encore découvert une réaction simple qui puisse mettre sur la trace de cette falsification.

On nous assure qu'elle est déjà pratiquée sur une assez grande échelle et qu'il entre chaque jour à Paris, une assez grande quantité de lait dont la crème aurait été remplacée par de l'huile de coton émulsionnée. Cette falsification, qui n'a peut-être pas une grande importance pour les adultes, pourrait, si elle se généralisait aux laits destinés à l'allaitement, avoir, sur la santé des nourrissons, des conséquences désastreuses. Aussi, on ne doit pas oublier sa possibilité, et si cette considération ne doit pas faire rejeter tous les laits fixés, il semble, du moins, qu'elle doive rendre très circonspect dans leur emploi et qu'on ne doive utiliser que des laits fixés de marques connues et à l'abri de tout soupçon.

CHAPITRE VI

LAITS CONDENSÉS. POUDRE DE LAIT

Laits condensés. — Nous serons beaucoup plus bref sur la concentration des laits parce qu'en France, tout au moins, les laits condensés sont pour ainsi dire exclus de l'allaitement artificiel. Ceux que l'industrie française fabrique, en assez grande quantité d'ailleurs, sont destinés à l'étranger et en particulier à l'Angleterre qui est leur principal débouché.

Le procédé de condensation des laits le plus utilisé dans l'industrie est le procédé américain qui consiste à évaporer le lait dans le vide et légèrement à chaud. Le lait est réduit au 33/100 de son volume primitif et on y ajoute 14/100 de sucre de canne. Dans un autre procédé (Procédé de Gallois) la réduction du lait s'opère par un chauffage prolongé à 55° dans un courant d'air; enfin, tout dernièrement MM. Scribault et Beaudoin ont imaginé un appareil destiné à la concentration du lait, basé sur le principe de la caléfaction et qui n'est qu'une modification apportée à l'appareil pour la concentration des vins. Dans leur procédé, on fait glisser le lait sur des plaques verticales surchauffées, au contact desquelles la vapeur s'extrait et le liquide se condense.

Les laits condensés sont livrés dans le commerce

dans des boîtes métalliques fermées par soudure et se présentent sous l'aspect d'une pâte blanchâtre et de consistance mielleuse. Ils sont privés de microbes et ne s'altèrent pas, ou du moins les quelques altérations qu'ils peuvent subir ne les rendent pas toxiques ; pour s'en servir on ajoute 4 ou 5 volumes d'eau à 1 volume de lait.

Les laits ainsi obtenus ont une composition qui diffère sensiblement de celle du lait de vache : D'après J. Kœnig les laits condensés sans addition de sucre renferment pour cent :

	Eau	Matières azotées	Matières grasses	Lactose	Cendres
Minimum..	46,40	5,35	9,66	9,28	1,36
Maximum .	76,15	15,06	16,25	18,43	2,61
Moyenne..	58,99	11,92	12,42	14,49	2,18

Ces chiffres montrent que la teneur de ces laits, en principes nutritifs, est sujette à de grandes variations.

D'après le même auteur, la composition moyenne des laits condensés, avec addition de sucre de canne, est la suivante (1) :

	Eau	Matières azotées	Matières grasses	Lactose	Sucre de canne	Cendres
	25,61	11,79	10,35	13,84	36,22	2,19

Ces laits condensés, fortement additionnés de

(1) M. Duclaux donne de ces laits l'analyse suivante :

1° Laits condensés sans addition de sucre :

Eau	Matières azotées	Graisse	Lactose	Cendres
48,6	17,8	15,7	15,4	2,5

2° Laits condensés avec addition de sucre :

Eau	Matières azotées	Graisse	Sucre de lait et de canne	Cendres
25,1	11,9	10,9	49,7	2,4

sucre de canne, sont les plus communément employés, parce que leur fabrication est plus facile; mais l'excès de sucre qu'ils renferment n'est peut-être pas sans inconvénients. D'ailleurs, bien que les médecins étrangers se trouvent satisfaits de l'emploi des laits condensés et que, dans certains cas à notre connaissance, ces laits aient donné des résultats plus satisfaisants que les laits stérilisés, nous ne leur voyons d'autre avantage que la facilité avec laquelle ils peuvent être transportés, et c'est à ce titre seulement et dans certains cas exceptionnels (en voyage, aux colonies), qu'ils nous paraissent devoir rendre des services.

Poudre de lait. — Tout dernièrement, un produit analogue au lait condensé a été lancé dans le commerce sous le nom de poudre de lait ou de lait en poudre. Cette poudre est fabriquée à l'aide d'un appareil imaginé par MM. Just et Hatmaker. Le procédé consiste à obtenir avec rapidité, presque instantanément, l'évaporation de l'eau qui fait partie du lait. De cette façon, les matières sèches et les matières albuminoïdes ne perdraient pas leur solubilité, quoiqu'elles aient été portées à une haute température.

L'appareil de fabrication de MM. Just et Hatmaker consiste, en principe, en deux gros cylindres en acier creux parallèles, séparés seulement par un intervalle de deux millimètres. Ces cylindres tournent lentement sur leurs axes en sens inverse. Les axes sont creux et reliés, par des tubes, à un injec-

teur de vapeur. Cette vapeur pénètre dans les cylindres et élève leur température à 110° ou 120°.

Le lait tombe d'un grand réservoir sur ces cylindres en lame très mince : l'eau s'évapore vivement ; la matière sèche du lait est entraînée en même temps par les cylindres auxquels elle adhère sous forme d'une pellicule extrêmement mince. Cette pellicule, à peine visible, rencontre dans le mouvement de rotation des cylindres, un couteau râcleur qui la détache et la fait retomber dans un récipient placé sous l'appareil. Il n'y a plus qu'à faire passer la matière dans un tamis pour obtenir une poudre sèche, jaunâtre et très légère. Il suffirait de jeter cette poudre dans une quantité convenable d'eau chaude (88 d'eau pour 12 de poudre) pour reconstituer un lait normal qui ne différerait du lait frais que par le goût de cuit qui est inévitable.

Nous avons eu l'occasion de voir un échantillon de cette poudre de lait et nous avons pu constater qu'elle ne répond pas aux espérances émises ; sa saveur est désagréable et nauséuse et, d'autre part, cette poudre est difficilement soluble.

Ces modifications physiques nous paraissent être l'indice d'assez graves altérations des principes constitutifs du lait et en attendant que de nouvelles recherches aient établi sa valeur, cet aliment nous paraît devoir être complètement rejeté dans l'allaitement artificiel.

TROISIÈME PARTIE

LAITS CORRIGÉS

Les traitements industriels du lait que nous venons de passer en revue n'avaient d'autre but que sa conservation et leur idéal était d'obtenir cette conservation en altérant le moins possible ses éléments constitutifs et son organisation. Bien différents sont les laits qu'il nous reste à étudier, car les traitements industriels qu'on leur fait subir sont destinés à les modifier de façon à corriger les imperfections qu'ils présentent dans l'allaitement artificiel.

Nous avons eu déjà maintes et maintes fois l'occasion de constater ces imperfections. Le lait de femme étant le lait parfait pour le nourrisson, logiquement on fut amené à essayer de rapprocher le lait de vache du lait de femme. Or, l'étude comparée de ces deux laits nous a montré que les différences qui existent entre eux portent à la fois sur la quantité et sur la qualité de leurs éléments. Elles portent sur la quantité de ces éléments, puisque le lait de vache contient deux fois plus de caséine que le lait de femme et que, par contre, il est moins riche en beurre et en sucre ; elles portent sur la qualité, puisque la graisse, la caséine, etc., ont des réactions différentes et que la caséine du lait de vache est moins digestible.

A ces deux sortes de différences, correspondent deux procédés industriels de correction du lait. Dans l'un, on se propose d'identifier le lait de vache au lait de femme, au point de vue de la quantité de leurs éléments constitutifs ; les laits fabriqués suivant ce principe sont appelés laits maternisés ou laits humanisés ; dans l'autre, on se propose de modifier la qualité de la caséine du lait de vache, de façon à la rendre plus facilement digestible : ce sont les laits peptonisés.

CHAPITRE I

LAITS MATERNISÉS

Il n'est pas inutile, avant d'entrer dans la description des procédés de maternisation du lait de vache, de rappeler les différences essentielles qui le séparent du lait de femme au point de vue de leurs éléments. Alors que le lait de femme contient par litre 65 grammes de lactose, 35 gr. de matières grasses, 16 gr. de caséine, 2 gr. 5 de sels, le lait de vache contient 56 gr. de lactose, 37 gr. de matières grasses, 33 gr. de caséine et 6 gr. de sels. En d'autres termes, le lait de vache contient deux fois plus de caséine, moins de lactose, à peu près autant de beurre et beaucoup plus de sels que le lait de femme.

Procédés de maternisation du lait. — Pour rendre la composition chimique du lait de vache à peu près semblable à celle du lait de femme, deux méthodes se présentent naturellement à l'esprit : 1^o prendre le lait de vache qu'on additionnera d'une certaine quantité d'eau chargée de lactose et de crème en quantités voulues ; 2^o prendre du lait de vache et lui soustraire la moitié de sa caséine.

La première méthode qui est apparemment la plus facile n'a pas, en réalité, donné de bons résultats dans ses applications industrielles. S'il est facile, en effet,

par addition d'eau, de sucre et de crème d'obtenir un mélange qui ait les proportions organiques du lait de femme, par contre le mélange obtenu manque d'homogénéité ou ne s'obtient qu'au prix d'une fixation du lait. A cette méthode cependant se rattachent les procédés de Rieth, de Lahmann et enfin ceux de Winter et de Monti (1).

Rieth dilue le lait de vache avec de l'eau jusqu'à ce que sa teneur en caséine soit égale à celle du lait de femme, puis il rétablit la teneur du lait en ses autres principes par l'addition de certaines quantités d'albumose (albumine d'œuf chauffée à 130°), de crème et de lactose. Le lait ainsi obtenu (lait albumosé) est d'un prix très élevé; il aurait donné de bons résultats à Hauser (2).

Lahmann (3) coupe le lait avec de l'eau sucrée et y ajoute une émulsion d'amandes et de noix pour l'enrichir en matières grasses.

Winter et Vigier (4) ajoutent à un volume de lait la crème et le sérum d'un même lait débarrassé préalablement de la caséine par action de la présure.

Le lait ainsi fabriqué est mis en bouteille, puis stérilisé sous pression de vapeur. Il se conserve

(1) Nous ne parlons pas du procédé de Biedert, procédé non industriel, qui consiste à effectuer un mélange de : une partie de lait pur, trois parties d'eau et 15 grammes de sucre de lait pour 100 gr. du mélange.

Hesse (Berl. Klin. Woch. 1896) recommande un produit analogue obtenu par le mélange de 1 litre de crème, 1 litre et demi d'eau, 105 gr. de sucre de lait et 1 blanc d'œuf.

(2) Hauser, Berl. Klin. Woch. 1893.

(3) Höck, Wiener méd. Wochenschrift. 1896.

(4) Vigier, Lait humanisé et stérilisé. — Société de thérapeutique 25 janv. 1893.

parfaitement et la graisse est répartie régulièrement dans toute la masse. — M. Marfan a remarqué que la teneur de ce lait en graisse et en lactose est souvent trop faible et il croit que sa valeur nutritive est souvent insuffisante ; par contre, il a observé que les enfants prennent bien ce lait humanisé et le digèrent sans difficulté.

Le procédé de Monti, de Vienne, est à peu près analogue à celui de Vigier.

Nous n'insistons pas davantage sur tous ces procédés de fabrication qui ne sont pas utilisés en France pour la maternisation du lait. Les nombreuses et minutieuses manipulations qu'ils nécessitent sont peu en rapport avec les avantages qu'on en retire et les ont fait abandonner des industriels. Par contre, la seconde méthode qui consiste à soustraire du lait de vache une partie de sa caséine a été utilisée, avec profit, et c'est à elle que l'on doit les laits maternisés industriels, actuellement employés, qui tous sont fabriqués suivant le procédé de Gærtner (1).

C'est à dessein que nous ne signalons pas le procédé d'humanisation du Dr Dufour, de Fécamp ; procédé pratique d'humanisation utilisable à domicile lorsqu'on est sur le lieu de production du lait, mais inutilisable industriellement. Pour la préparation de ce lait, on prend un vase d'une capacité d'environ 2 litres, fermé par un capuchon de caoutchouc et muni, à sa partie inférieure, d'une tubulure que ferme un autre bouchon en caoutchouc : on verse dans ce récipient la quantité de lait nécessaire à l'enfant pour une journée, puis on le laisse

(1) Gærtner : Ueber die Herstellung der Fettmilch (66^e Congrès des Naturalistes allemands, Vienne 1894.

Le procédé de rectification du lait de vache proposé par Gærtner repose sur le principe suivant : Lorsqu'on soumet à un appareil centrifugeur un liquide renfermant des éléments de densité différente, sous l'influence de la rotation, les particules les plus lourdes sont projetées à la périphérie, tandis que les plus

reposer pendant 4 heures ; on retire par la partie inférieure du vase un tiers du contenu ; on a ainsi diminué d'un tiers la quantité de matières albuminoïdes et de sels ; quant aux matières grasses, leur proportion est restée la même puisqu'elles se trouvaient à la partie supérieure. Pour rétablir la quantité primitive du sucre on ajoute un volume d'une solution de lactose à 35 pour 1000, équivalent au volume retiré précédemment, puis 1 gramme de chlorure de sodium. Avec les laits moyens on soutire environ 40/100 du volume total qu'on remplace par un volume égal d'une solution de lactose. Ce lait, après agitation destinée à rendre le mélange uniforme, est placé ensuite dans des appareils Soxhlet pour la stérilisation.

Le lait maternisé, ainsi préparé, contient de 18 à 20 grammes de caséine par litre et 33 à 35 grammes de beurre. Utilisé dans diverses gouttes de lait, il donne de bons résultats, mais l'obligation de laisser reposer le lait pendant 4 heures, temps pendant lequel les pullulations microbiennes et les productions des toxines est possible a fait préférer à ce procédé celui de Gærtner qui donne les mêmes résultats.

Nous ne parlons pas davantage du procédé grâce auquel Morgan Rotch modifie la composition du lait de vache et la fait varier à volonté suivant l'ordonnance du médecin, procédé que M. Variot a fait connaître en France et dont il a donné la description dans le *Journal de clinique et de thérapeutique infantiles* (13 février 1896). Le lait préparé suivant cette méthode dans des Milk's Laboratories a été et est encore très

légères forment une colonne voisine du centre. Or, les matières grasses d'une densité inférieure aux autres éléments du lait s'amassent vers l'axe de l'appareil et y forment une colonne de crème cylindrique.

Le lait destiné à la maternisation suivant le procédé de Gärtner est donc refroidi aussitôt après la traite, puis coupé d'un volume égal d'eau bouillie, opération qui a pour but de réduire de moitié le taux de la caséine. Il est introduit ensuite dans une écrémeuse centrifuge munie d'un mécanisme à deux robinets permettant de faire des prises différentes, l'une au centre et donnant par conséquent du lait gras, l'autre à la périphérie, donnant du lait maigre. L'écrémage est ensuite pratiqué de telle façon que le petit-lait possède toute l'eau qui a été ajoutée au lait pur, plus une petite quantité de l'eau primitivement contenue dans ce lait pur. Le liquide qui s'écoule par le déversoir de la crème est sensiblement plus riche en beurre que le lait primitif (de là, le nom de lait gras ou lait concentré, qui lui a été donné par plusieurs auteurs). Mais, par contre, il renferme moitié moins de caséine, puisque le petit-lait en a entraîné la moitié. Le lait obtenu a donc une composition chimique à peu près semblable à celle du lait

en honneur en Amérique; mais cette préparation est vraiment trop compliquée pour entrer dans la pratique. D'autre part, il ne semble pas que les résultats obtenus avec ces laits soient bien satisfaisants, et la fréquence des cas de scorbut infantile observés à la suite de leur emploi est telle que tous les auteurs français s'accordent à les repousser.

de femme. Il lui manque seulement quelques grammes de sucre, et l'on obtient la correction en ajoutant 20 à 25 gr. de lactose par litre.

Le lait obtenu est ensuite mis en bouteille, puis stérilisé à 105° pendant 25 minutes. Après stérilisation, il présente une coloration blanc jaunâtre un peu plus accentuée que celle du lait ordinaire ; il est d'une saveur agréable et se conserve aussi bien que les laits stérilisés simples ; cependant la désémulsion des graisses est dans ce lait un peu plus accentuée, et il est probable que la centrifugation qu'on lui a fait subir doit être incriminée à ce sujet.

Valeur alibile des laits maternisés. — Nous nous contenterons de discuter la valeur alibile des laits traités suivant le procédé de Gærtner, les seuls laits industriels corrigés usités en France. A notre avis, la discussion doit se borner à une seule question : Est-il réellement avantageux de traiter le lait par des procédés si compliqués, avant de l'utiliser dans l'allaitement ? La question est d'importance, car il est bien évident que l'on ne saurait être autorisé à faire subir au lait de semblables manipulations que si elles améliorent sensiblement sa valeur alibile. Dans le cas contraire, ces manipulations ne seraient pas seulement inutiles, elles pourraient être nuisibles, car pendant la préparation du lait de Gærtner qui est longue et délicate, le lait est susceptible de subir, à la faveur d'une négligence, des fermentations qui déversent dans sa masse des produits toxiques et

peuvent ultérieurement rendre son emploi dangereux. La maternisation du lait n'a donc de raison d'être que si réellement, du fait de cette opération, le lait se trouve sensiblement amélioré.

Le lait de Gærtner comparé au lait de vache naturel et au lait de femme, renferme les éléments suivants :

	Densité	Caséine	Lactose	Graisses	Sels
Lait de vache	1032	33	56	37	6
Lait de Gærtner	1017	22	60	35	3
Lait de femme	1031	16	65	35	2,5

La composition quantitative de ce lait se rapproche donc sensiblement du lait de femme, il a la même teneur en graisse, et à peu près la même teneur en lactose et en sels. Enfin, il ne renferme plus qu'un excédent de caséine de 9 grammes au lieu des 15 grammes du lait de vache naturel. Ces analyses semblent donc démontrer l'efficacité de la maternisation et c'est sur elles que l'on s'est appuyé pour affirmer l'utilité de ce traitement industriel.

Mais, à y regarder de plus près, la question est beaucoup plus complexe et il n'est pas prouvé du tout que la diminution de la caséine et des sels, présente de bien sérieux avantages. Sans doute, théoriquement, la diminution de la caséine doit augmenter la digestibilité de ce lait, mais on peut se demander si, par contre, elle ne diminue pas trop sensiblement sa valeur nutritive. Grelley fait remarquer qu'en soustrayant une notable partie de la caséine on diminue, du même coup, la teneur du lait de vache en phosphore organique, principe qui, d'ailleurs, est déjà

sensiblement réduit du fait de l'action du surchauffage. On diminue aussi les sels car, en retranchant 50 % de petit lait, on soustrait les phosphates minéraux qu'il contient ; de telle sorte que, si l'on admet que la valeur nutritive des laits surchauffés se trouve très sensiblement diminuée du fait de l'insolubilité des phosphates, il faut admettre que celle du lait maternisé l'est encore bien davantage.

De la même manière on soustrait au lait une partie des traces de fer qu'il contient (Binger) et la perte de ces traces de fer ne serait pas négligeable, car Dastre et Floresco ont mis en évidence l'importance de ce métal pour le fonctionnement du foie.

Si toutes ces objections faites à la maternisation du lait par le procédé de Gærtner ne sont pas scientifiquement démontrées, du moins, elles font déjà suspecter l'efficacité de ce traitement industriel du lait et douter de sa valeur alibile. D'autre part, il semble démontré que la centrifugation qui désémulsionne les globules butyreux modifie les matières grasses d'une manière nettement défavorable à la digestion, de telle sorte que la maternisation n'a même pas l'avantage de rendre le lait plus digestible, comme la diminution de la caséine permettait de l'espérer.

Les résultats cliniques obtenus par l'usage du lait maternisé sont conformes à cet exposé théorique. Au début de son emploi, cependant, ce lait avait laissé concevoir de grandes espérances. Escherich qui le premier l'avait utilisé, avait constaté que les enfants

qui le prenaient, augmentaient de poids régulièrement, que leurs gardes-robes étaient plus molles et de coloration jaune d'or, analogues à celles des enfants au sein.

En France, Boissard, en 1895, fit des constatations à peu près identiques. Les enfants qu'il y soumit augmentèrent régulièrement de poids et le fonctionnement de leur tube digestif fut supérieur à celui des enfants élevés au lait stérilisé, leurs selles étaient moins fétides, ne contenaient pas de grumeaux de caséine non digérée; ces enfants ne présentaient pas de constipation; cependant, en 1897, M. Boissard revint un peu de son enthousiasme et sembla déjà reconnaître que ce lait maternisé n'était pas supérieur au lait stérilisé; il cita même des cas où le lait stérilisé avait réussi, alors que le lait de Gærtner avait échoué.

Depuis cette époque, de nombreuses objections ont été faites au lait maternisé. M. Pinard n'en a obtenu que de médiocres résultats et le déclare inférieur au lait stérilisé. M. Marfan en a abandonné l'usage parce qu'il a remarqué que les nourrissons alimentés avec ce produit présentaient, au bout de quelque temps, de la diarrhée et que sa digestion se faisait mal, parce qu'aussi il était très mal toléré des enfants atteints de gastro-entérite. Enfin, parmi les cas peu nombreux de scorbut infantile publiés en France jusqu'à ce jour, un très grand nombre ont été imputés au lait de Gærtner, et ont achevé de faire douter de sa valeur alibile.

De tous ces faits, il résulte donc que le lait maternisé a plus d'inconvénients qu'il n'a d'avantages et que, par conséquent, ce lait ne devrait plus servir à l'alimentation des nourrissons. Pour notre part, nous croyons que, lorsque le lait stérilisé pur n'est pas supporté dans les 3 premiers mois de la vie chez les débiles ou les atrophiques, un léger coupage et l'addition au lait d'une petite quantité de lactose ou de sucre de canne constituent en somme une maternisation suffisante et qu'il est le plus souvent inutile de recourir au lait de Gærtner dont le prix est assez élevé.

Cependant, il ne faudrait pas être trop exclusif et, parfois, ce lait peut être appelé à rendre des services ; c'est ainsi que, chez les nourrissons soumis à l'allaitement mixte, son usage ne paraît pas avoir d'inconvénients ; que d'autre part chez les enfants élevés artificiellement au lait stérilisé, il peut être bon de le donner de temps à autre lorsque ces enfants présentent une constipation opiniâtre. Enfin, il ne faut pas oublier que M. Boissard s'est bien trouvé de son usage chez les prématurés et les débiles.

Le principe de la maternisation du lait n'a donc pas donné en pratique les résultats qu'on se croyait en droit d'espérer, mais cet échec des laits maternisés ne doit pas surprendre outre mesure. C'est à tort que l'on s'était imaginé que l'infériorité du lait de vache sur le lait de femme dans l'allaitement artificiel était due à leur teneur différente en hydrates de carbone, en caséine, en lactose et en sels.

La preuve en est que les laits de femme présentent

à ce point de vue de grandes divergences : Johanessen a nettement établi ces variations dans la composition du lait de femme, et les analyses du lait de 25 femmes primipares ou multipares, de 20 à 46 ans et du 1^{er} au 13^e mois de l'allaitement lui ont montré que la teneur de ces laits en substances albuminoïdes varient de 0,06 à 2 pour 100, leur teneur en azote total de 13 à 23 centigrammes par 100 centim. cubes, leur teneur en graisse de 0,63 à 6,65 pour 100, et leur teneur en sucre de 2,55 à 9,77 pour 100. Et cependant tous ces laits sont bien tolérés et sous leur influence les enfants progressent bien. Ce qui fait la supériorité du lait de femme sur le lait de vache, c'est que le lait est un aliment organisé, un aliment vivant qui ne convient qu'à une espèce : c'est en raison de ce fait que l'on ne parviendra jamais à créer un lait qui puisse remplacer le lait de femme et que, quoi qu'on fasse, l'allaitement maternel sera toujours mille fois supérieur à l'allaitement artificiel.

CHAPITRE II

LAITS PEPTONISÉS

Théoriquement, l'infériorité du lait de vache dans l'allaitement artificiel ne tient pas seulement à son excès de caséine, elle tient aussi à ce que cette caséine de nature différente est moins facile à digérer. Nous avons déjà cité les expériences que démontrent les faits pour le lait cru, et, bien qu'il soit établi que la stérilisation modifie assez favorablement à cet égard, la caséine du lait cru et le rende plus digestible, nous avons vu que cependant les laits stérilisés eux-mêmes donnent lieu souvent à des digestions longues et pénibles et que, dans certains cas même, ils ne peuvent être supportés. C'est ce qui arrive assez souvent pour les débiles, les prématurés ou même pour les jeunes nourrissons dans les trois premiers mois de la vie. Il était donc logique de remédier à cet inconvénient en donnant aux enfants un lait soumis antérieurement à des digestions artificielles par suite desquelles la caséine se trouverait transformée en produits solubles et facilement assimilables et de suppléer ainsi à l'insuffisance des sucs digestifs du nourrisson. C'est de ce principe que naquirent les laits peptonisés.

Les premières tentatives de fabrication des laits peptonisés furent effectuées en Angleterre et en Alle-

magne, mais Voltmer et Lahmann, Söldner, Löflund à qui sont dus ces premiers essais ne parvinrent pas à trouver un procédé pratique de peptonisation du lait. Ce procédé fut réalisé par Backhaus en 1896 et le lait de Backhaus eut, pendant un temps, une assez grande vogue en Allemagne, en Belgique et en Suisse où il est encore assez répandu. En France, où les laits peptonisés sont peu employés, on préfère généralement au lait de Backhaus les laits peptonisés d'après le procédé préconisé par Budin et Michel.

Lait humanisé de Backhaus. — Backhaus a recours pour la fabrication de son lait à des procédés mécaniques et chimiques. Il traite le lait de vache par la centrifugation, puis il fait agir sur la caséine le ferment lab et la trypsine. Son lait est donc à la fois un lait maternisé et un lait peptonisé.

Immédiatement après la traite, le lait est pasteurisé, puis refroidi ; on le met ensuite dans une écrémeuse où, par centrifugation, on sépare le lait gras du lait maigre. Ce lait maigre est recueilli dans une bassine et mélangé à une dose déterminée de trypsine pancréatique et de présure, dont il subit l'action pendant 25 minutes, à la température de 35°. Sous cette influence, la caséine se modifie ; une partie (50 %) se coagule et précipite ; le reste est transformé en propeptone qui reste en suspension dans le petit-lait. Le lait maigre est ensuite passé à travers un fin tamis qui retient la caséine coagulée, de telle sorte qu'après cette opération il

ne contient plus que 1.80 % de matières protéiques. On ajoute enfin à ce petit-lait décaseiné et peptonisé une quantité de crème telle que le lait définitif en contienne 35 grammes par litre, puis on l'additionne de 15 à 20 gr. de lactose pour 1000. Le produit obtenu est mis ensuite en bouteilles, puis stérilisé à 105° pendant 25 minutes.

Au point de vue chimique, le lait humanisé de Backhaus présente donc sensiblement la même composition quantitative que le lait de femme, il a la même teneur en graisses, en matières protéiques et en lactose; quant à la quantité des sels, elle ne doit pas avoir subi de modification sensible par rapport au lait de vache. La matière protéique s'y trouve sous forme de propeptone très facilement assimilable.

Il semble donc que, tant au point de vue nutritif qu'au point de vue digestif, ce lait présente sur les autres, une certaine supériorité.

Cliniquement, les résultats obtenus ont été assez satisfaisants. Thiémich s'est bien trouvé de son emploi et n'hésite pas à le proclamer supérieur au lait de Gærtner. Les enfants qui en font usage ont des digestions normales et des selles assez semblables à celles des enfants au sein : cependant, il fait à ce sujet certaines réserves et déclare qu'assez souvent au bout d'un certain temps, les nourrissons vomissent et perdent de leur poids, et que si l'on donne ce lait à des enfants atteints de gastro-entérite ou de troubles digestifs, ces troubles ne s'améliorent pas.

Biringer, qui a consacré sa thèse à l'étude de ce

lait dans l'alimentation des nouveaux-nés, paraît en avoir été plus satisfait, il rend compte des essais qui ont été faits dans la clinique du professeur Hungar, de Bonn, avec le lait de Backhaus, préparé de trois façons différentes, suivant l'âge des enfants auxquels on les destinait, l'espèce I pour les 6 premiers mois, l'espèce II pour la seconde partie de l'année de naissance et l'espèce III pour la 2^e année. Les essais qui ont duré de 1 mois à 4 mois, ont amené l'auteur aux constatations suivantes :

1^o Les enfants nés à terme vigoureux et sains le supportent bien et le consomment avec plaisir; leurs selles sont semblables sous tous les rapports à celles des enfants au sein, et l'augmentation de poids constatée est tout à fait satisfaisante.

2^o Les enfants nés avant terme et de constitution délicate ont tous bien supporté le lait Backhaus; ils ont progressé aussi bien que possible; leurs selles sont de consistance égale et de coloration jaune. Les augmentations de poids sont parfois de 26 à 37 grammes par jour.

3^o Les enfants souffrant de troubles dyspeptiques ont été améliorés rapidement par le lait Backhaus, si bien qu'il a été inutile de recourir à aucune autre médication.

4^o Chez les enfants atteints de gastro-entérite chronique et chez les athrepsiques, le lait de Backhaus est également bien supporté; il améliore rapidement l'état des fonctions digestives et au bout de quelque

temps de son emploi, on constate une augmentation de poids assez sensible.

Biringer conclut que d'après, ces observations, le lait Backhaus doit être considéré comme un moyen très favorable de remplacer le lait de femme.

De son côté, le Dr H. de Rothschild déclare dans son traité d'hygiène et de pathologie du nourrisson : « bien que ce produit n'ait pas en France toute la faveur qu'on lui a accordée en Belgique et en Allemagne, nous ne pouvons lui contester des succès que nous n'avons pu obtenir avec d'autres préparations. »

De tous ces témoignages, il semble résulter que le lait de Backhaus est un bon produit, mais doit-on pousser les choses à l'extrême et dire que ce lait doit être préféré aux autres dans l'allaitement artificiel ? Nous ne le croyons pas. Les mêmes résultats favorables sont sensiblement obtenus par l'usage des laits simplement stérilisés par la chaleur, si l'on a soin de les donner méthodiquement, et l'expérience a démontré que dans la majorité des cas, les débiles, les prématurés et les atrophiques eux-mêmes, que des circonstances fâcheuses privent de leur lait maternel, peuvent être allaités avec ces laits stérilisés non modifiés, simplement coupés et additionnés de lactose au moment même de leur utilisation. Les résultats obtenus par M. Variot (1) au dispensaire de Belleville et publiés par lui à la Société médicale des hôpitaux ne laissent pas de doute à cet égard.

(1) Variot. — Sur le traitement de l'atrophie infantile par l'emploi méthodique du lait stérilisé, Soc. Méd. des Hôp. 11 nov. 1898.

Ce ne peut être que dans les cas tout à fait exceptionnels, où l'usage de ce lait ne donne pas des résultats satisfaisants, que le lait de Backhaus nous semble devoir être utilisé. Il ne faut pas oublier, en effet, que ce lait nécessite une préparation très compliquée, que de ce fait il est très onéreux, et que par conséquent son usage ne saurait convenir à la grande majorité des enfants élevés artificiellement, qui sont des enfants de la classe ouvrière. Il ne faut pas oublier non plus que les nombreuses manipulations que l'on a fait subir à ce lait ne sont peut-être pas sans inconvénients; ce lait a subi la centrifugation, et sa matière grasse a subi, par suite, une désémulsion analogue à celle du lait de Gärtner. D'autre part, il est abandonné 25 minutes à la température de 35° et pendant ce temps, dans des conditions aussi favorables à l'activité microbienne, il se peut que les bactéries secrètent de nombreuses toxines qui peuvent rendre, ultérieurement, son usage dangereux. Pour toutes ces raisons, nous concluons que le lait humanisé de Backhaus doit être considéré comme un lait pharmaceutique dont l'emploi doit rester passager et n'est indiqué que dans certains cas exceptionnels chez les prématurés, les débiles et quelquefois chez des atrophiques atteints de gastro-entérite chronique.

Nous en dirons autant des produits connus en pharmacie sous le nom de laits peptonisés qui sont préparés suivant les procédés de MM. Budin et

Michel (1). Ces préparations ont été employées avec succès dans le service des débiles à la Maternité et à la clinique Tarnier ; chez quelques nourrissons qui ne supportaient pas le lait de femme, elles auraient donné à M. Budin des résultats excellents. Mais leur usage est très restreint ; ce ne sont pas à proprement parler des laits industriels et nous croyons inutile d'y insister.

(1) La préparation du lait de MM. Budin et Michel est très délicate et ne peut être faite que sous la surveillance d'un chimiste éclairé : on prépare une solution de pancréas, de veau frais haché et menu dans une solution d'eau chloroformée à saturation et on la laisse macérer 24 heures. Cette solution est ensuite filtrée et on en met 50 centimètres cubes dans un litre de lait stérilisé. On laisse digérer une heure et on ajoute 24 gr. de lactose, 50 gr. de sirop de sucre et eau q. s. pour 500 cc. Le mélange ensuite décanté dans des flacons est stérilisé au bain-marie. Le lait peptonisé de Budin et Michel est constitué de la façon suivante :

Sucre et lactose,	67,40
Beurre,	26.—
Matières protéiques,	23,60
Sels,	4,50

QUATRIÈME PARTIE

LA MALADIE DE BARLOW DANS SES RAPPORTS AVEC LES LAITS INDUSTRIELS

Vers 1895, le principe de la stérilisation du lait était à peu près admis sans conteste en France et tous les médecins s'accordaient à vanter les bienfaits dont on lui était redevable dans l'allaitement artificiel.

Vers 1897, cet accord cessa brusquement et, depuis lors, le lait stérilisé, et en particulier les laits stérilisés industriellement, ont subi de vives critiques qui ont fait remettre en discussion leur valeur dans l'allaitement. Il avait suffi que les laits stérilisés fussent soupçonnés de pouvoir provoquer, chez les enfants, une maladie inconnue jusqu'alors et récemment décrite sous le nom de maladie de Barlow ou de scorbut infantile, pour que, du même coup, on oubliât les avantages de la stérilisation et pour que Varnier pût poser à la Société d'obstétrique, de gynécologie et de pédiatrie de Paris, la question suivante : — « Doit-on continuer à recommander l'emploi du lait stérilisé dans l'allaitement mixte et lors du sevrage des nourrissons parisiens ? » — Sans doute, la discussion de cette question a remis les choses au point et les laits industriels ont continué à être utilisés avec succès dans l'allaitement artificiel,

mais l'accusation portée n'a cessé depuis lors de peser sur eux et ce n'est pas maintenant, sans arrière-pensée, que beaucoup de médecins en font usage.

Qu'est-ce donc que cette maladie de Barlow ? Notre intention n'est pas d'en faire ici l'étude clinique, car cette étude a été faite très complètement depuis un certain nombre d'années et, tout dernièrement encore, M. Ausset, au Congrès de Rouen (avril 1904), en a fait un tableau remarquable auquel nous n'aurions rien à ajouter. Nous rappellerons seulement que cette maladie est rarement observée, puisque, depuis qu'elle a été décrite, 59 observations seulement en ont été publiées en France.

Elle frappe les enfants de 6 à 18 mois et elle s'observe surtout chez des enfants de la classe aisée, nourris de préférence avec des mixtures alimentaires à base de lait ou avec des laits stérilisés de luxe. Quelquefois précédée de troubles digestifs, elle débute, le plus souvent, par des douleurs prédominant aux membres inférieurs et donnant lieu à des phénomènes pseudo-paralytiques. Dès le début, la dénutrition est très marquée, l'enfant maigrit et pâlit. Peu après, surviennent les hémorragies, mais ces hémorragies ne se manifestent que par des signes qui peuvent passer inaperçus si l'on n'a soin de les rechercher ; elles donnent lieu, en effet, presque exclusivement à des hématomes périostés, siégeant au voisinage des épiphyses des os longs et se traduisant par une tuméfaction douloureuse, et à des ecchymoses gingivales accusées seulement quand

l'enfant a percé ses premières dents. Le purpura, les hémorragies des muqueuses et des viscères ne s'observent que tout à fait exceptionnellement.

Non traitée, la maladie peut se terminer par la mort, mais le plus souvent, et toujours quand elle est soignée à temps, elle aboutit rapidement à la guérison. La rapidité avec laquelle la maladie cède au traitement est même tout à fait particulière; il suffit de supprimer radicalement l'alimentation antérieure, de la remplacer par une nourriture fraîche et de faire prendre quelques préparations antiscorbutiques pour qu'en quelques jours la guérison soit complète.

En règle générale, le diagnostic de cette affection est facile, et il suffit de songer à sa possibilité pour éviter toutes les erreurs; un examen attentif et la notion étiologique permettent d'éliminer les maladies avec lesquelles on l'a souvent confondue quand on ne la connaissait pas : le rhumatisme, la paralysie infantile, la paraplégie pottique, la pseudo-paralysie syphilitique de Parrot, la coxalgie et l'ostéomyélite.

Ce court exposé de l'aspect clinique de la maladie de Barlow nous suffira pour aborder le point qui nous préoccupe, celui des rapports de cette maladie avec les laits industriels. Il importe, en effet, que nous nous demandions si les laits industriels sont susceptibles de provoquer le scorbut infantile et, dans l'affirmative, s'il y a lieu d'incriminer telle ou telle des manipulations spéciales qu'on leur fait subir. Nous verrons ensuite si l'étude de ces questions nous permet d'établir la cause provocatrice du

scorbut et si elle nous amène à quelques conclusions pratiques.

Que les laits industriels puissent provoquer le scorbut, le fait paraît indéniable et il suffit de jeter un coup d'œil sur le tableau des cas de scorbut infantile publiés en France, pour en être convaincu; sur cinquante-neuf cas publiés, vingt-huit ont été mis sur le compte des laits industriels, et dix-huit ont été attribués à l'usage soit de farines de conserve, soit de laits stérilisés de façon indéterminée, soit enfin de laits simplement stérilisés à domicile, ordinairement au Soxhlet. Cette statistique est donc suffisamment démonstrative, et elle permet tout au moins de dire que, dans la très grande majorité des cas, le scorbut infantile survient chez des enfants alimentés avec des laits de conserve.

Cette constatation concorde bien d'ailleurs avec ce fait que le scorbut infantile était inconnu en France avant l'usage des laits de conserve, puisque la première observation française, dûment établie, date seulement de 1892.

D'autre part, c'est en Angleterre et en Amérique que le scorbut infantile est le plus répandu et on n'ignore pas que, dans ces pays, où l'allaitement maternel est rare et où les nourrices mercenaires sont inconnues, on fait usage dans l'allaitement artificiel de laits stérilisés, de laits condensés et de préparations plus complexes à base de lait conservé, telles que Allenbury's Milk food, Mellin's food, etc., ou de laits travaillés, préparés dans les

Milk's Laboratories. Aussi tous les auteurs français et étrangers s'accordent à reconnaître le rapport étroit, qui existe entre l'apparition du scorbut et l'alimentation des enfants et tous admettent, qu'assez souvent, le scorbut survient après l'usage de ces laits industriels.

Mais tous les laits industriels ne sont pas également susceptibles de produire la maladie de Barlow. Si l'on s'en rapporte aux observations françaises, on verra que sur 59 cas dont nous avons pu retrouver la notion étiologique, on a incriminé 12 fois les laits maternisés, 6 fois les laits fixés, 4 fois les laits oxygénés, 6 fois les laits stérilisés industriellement, 8 fois les laits stérilisés de façon indéterminée auxquels on adjoignait des farines de conserve, 6 fois les laits soxhletisés, 2 fois les laits bouillis, 2 fois les mixtures alimentaires industrielles. Dans les 8 autres cas, l'alimentation était complexe, sauf un cas où l'enfant était au sein.

Si l'on songe que les laits simplement stérilisés sont beaucoup plus communément employés que les autres laits de luxe (maternisés, oxygénés ou fixés) on est frappé de la fréquence relative des cas de scorbut au cours de l'allaitement à l'aide de ces laits dits modifiés et l'on est tout naturellement amené à en conclure que, plus un lait a subi de manipulations industrielles, plus il devient scorbutigène. C'est à la même conclusion que conduit également l'étude des cas de scorbut publiés à l'étranger qui ont été observés quelquefois après l'usage de laits simplement

stérilisés, mais beaucoup plus souvent après celui des préparations plus compliquées.

Mais la question devient confuse lorsqu'on se demande quelles sont les manipulations industrielles qui sont susceptibles de rendre le lait scorbutigène ; les différents auteurs qui ont étudié la question, ont émis à ce sujet les opinions les plus diverses et, il faut bien le dire, aucune de ces opinions n'a, jusqu'ici été jugée satisfaisante. A la vérité, on ignore encore la véritable nature du scorbut infantile et par suite il est impossible de déterminer sa véritable cause.

Examinons cependant les principales hypothèses qui ont été émises.

On a dit que le scorbut infantile survenait à la suite d'une alimentation composée exclusivement d'aliments de conserve, et qu'il était dû à la privation d'aliments frais : les aliments frais contiendraient des principes vivants, des ferments qui seraient indispensables à la nutrition et dont l'absence déterminerait le scorbut. Cette hypothèse, qui met en cause les principes mêmes de la stérilisation, se fonde, en réalité et surtout, sur l'efficacité du traitement et sur ce fait que la maladie cesse rapidement d'évoluer dès qu'on donne aux enfants des aliments frais. Mais, comme nous l'avons vu, elle n'explique pas tous les faits et, si l'on s'en rapporte aux observations de scorbut, on verra que, dans un cas, la maladie a évolué alors que l'enfant était au sein et que, dans plusieurs autres cas, les enfants n'étaient pas privés d'aliments frais.

Cette hypothèse ne rend pas compte davantage de ce fait que certaines préparations industrielles sont plus scorbutigènes que d'autres et, si la privation d'aliments frais est l'unique cause du scorbut infantile, on ne voit pas pourquoi cette maladie est plus facilement provoquée par les laits maternisés, fixés ou oxygénés, plutôt que par les laits simplement stérilisés par la chaleur; presque tous ces laits sont dépourvus de ferments.

D'après une seconde théorie qui tente d'expliquer ces faits, les manipulations que l'on fait subir au lait seraient capables d'altérer sa constitution chimique, de modifier sa valeur nutritive et de le priver de certaines substances qu'il contient et qui seraient anti-scorbutiques.

C'est dans ce sens qu'ont été dirigées la plupart des recherches sur la pathogénie du scorbut; mais les auteurs sont loin de s'entendre sur les diverses manipulations à incriminer et sur les modifications que ces manipulations déterminent dans la constitution du lait.

M. Netter, se basant sur ce que l'administration du jus de citron détermine rapidement une atténuation et souvent la disparition complète des accidents du scorbut, a pensé que les citrates constituaient l'élément antiscorbutique du lait et il a voulu voir, dans les modifications que ces citrates subissent du fait de la chaleur, la cause de la maladie de Barlow.

D'après Corbette, le lait de vache contiendrait, avons-nous dit, 1 gr. 08 d'acide citrique par litre,

sous forme de citrate tribasique de chaux, plus soluble à froid qu'à chaud, et, sous l'influence de la chaleur, ce citrate serait transformé en citrate cristallin, beaucoup moins soluble, même à froid ; de telle sorte qu'un lait stérilisé, après refroidissement, ne contiendrait plus que 0,38 d'acide citrique dissous par litre. Sous l'influence de la chaleur, le lait perdrait donc 0,70 centigr. d'acide citrique soluble et M. Netter soutient que cette perte est capable de rendre l'aliment scorbutigène.

Il semble, à la vérité, que c'est vouloir attribuer à de si petites doses d'acide citrique une bien grande importance et la théorie de M. Netter est passible de bien des objections : le rôle antiscorbutique de l'acide citrique n'est pas démontré puisque le moindre aliment frais peut produire les mêmes effets dans le traitement de la maladie de Barlow ; ce rôle, fut-il établi, les 0,38 centigr. qui restent à l'état soluble dans le lait après le traitement par la chaleur seraient sans aucun doute suffisants puisque il est admis que le lait de femme n'en contient que 0,50 centigr. Enfin rien ne prouve que les citrates insolubles ne puissent être élaborés par le tube digestif et assimilés.

D'ailleurs, si l'on pousse jusqu'au bout l'argumentation de M. Netter, comme la transformation des citrates solubles en citrates insolubles est d'autant plus accusée que le lait a subi davantage l'action de la chaleur, il faut admettre que ce sont les laits surchauffés qui sont le plus scorbutigènes. Or, les faits démontrent au contraire, que les cas de scorbut sont

relativement rares à la suite de l'emploi des laits simplement stérilisés. L'hypothèse de M. Netter ne rend pas compte de la fréquence relative des cas de scorbut après l'emploi des laits dits modifiés. Sans doute M. Netter peut soutenir que le lait maternisé est très scorbutigène puisqu'il a perdu deux fois plus d'acide citrique que les laits surchauffés, en raison de ce fait qu'en enlevant la moitié du petit lait on soustrait du même coup la moitié des sels qu'il renfermait, mais son explication ne peut s'appliquer aux laits fixés ni aux laits oxygénés qui n'ayant subi que l'action de faibles températures devraient, d'après son hypothèse, être particulièrement recommandables.

Grelley qui a repris, dans sa thèse, l'argumentation de M. Netter sur le rôle des citrates, a essayé en outre de démontrer que la diminution des phosphates solubles dans les laits traités par la chaleur pourrait avoir un rôle important dans le développement du scorbut. Nous répondrons que si cette diminution des phosphates est réelle, elle est en tout cas très faible puisque M. Duclaux la nie et que si la diminution des phosphates était la cause de la maladie, leur absorption devrait la faire disparaître; or l'expérience ne l'a pas démontré puisque, dans un cas de M. Moizard, le traitement phosphaté n'a donné aucune amélioration.

Pas plus que la précédente, cette hypothèse n'explique le rôle scorbutigène des laits fixés ou des laits oxygénés.

M. Variot, qui nie le rôle scorbutigène des laits surchauffés, tente de son côté d'expliquer pourquoi ces laits modifiés peuvent provoquer la maladie de Barlow et il a timidement émis l'hypothèse que l'incorporation de l'oxygène dans le lait pouvait bien altérer sa valeur alibile. Il s'appuie sur l'opinion de M. Pouchet qui croit qu'en effet cette incorporation n'est pas indifférente et sur celle de M. Prunier qui pense que l'oxygène peut oxyder dans le lait les substances protéiques et en particulier l'oléine. Mais ces hypothèses n'ont pas été vérifiées, croyons-nous, scientifiquement, et nous pensons que rien ne nous autorise à affirmer que les traitements industriels ont fait perdre au lait ses principes antiscorbutiques.

Enfin, d'après une troisième hypothèse, le scorbut ne serait pas dû à l'absence dans les aliments de substances antiscorbutiques, il résulterait, au contraire, de la présence dans ces aliments de substances scorbutigènes. Cette théorie, déjà soutenue par Babès en 1893, par Kaeppen en 1897 et par Lewine, a été soutenue en France par Ausset, tant à la Société de Pédiatrie que dernièrement au Congrès de Rouen.

A vrai dire, ses défenseurs ne peuvent préciser la nature de la substance scorbutigène dont la présence dans les aliments donne lieu aux symptômes de la maladie de Barlow ; est-ce une substance minérale, est-ce une toxine microbienne, est-ce un poison d'une autre nature, est-ce l'un ou l'autre à l'occasion ? On ne sait et les recherches bactériologiques de Babès

et de Lewine n'ont pas jeté la lumière sur la question.

Mais, néanmoins, cette hypothèse est loin d'être invraisemblable ; elle permet d'expliquer bien des particularités cliniques du scorbut infantile et peut rendre compte de tous les cas.

Ainsi que l'ont établi les travaux de Vaillard, une conserve de viande peut être dangereuse parce qu'elle a été fabriquée avec des viandes malsaines, parce que la viande a été manipulée malproprement ou qu'un temps trop long s'est écoulé entre l'emboîtage et la stérilisation, parce que la viande s'est altérée dans l'intervalle des diverses manipulations qu'on lui a fait subir, ou enfin parce qu'elle a été stérilisée d'une manière insuffisante ; dans ce dernier cas seulement, on trouve dans ces viandes des microbes vivants ; dans les trois autres, on ne constate que la présence de cadavres de microbes et le danger vient des poisons solubles que contiennent ces conserves.

Ce qui est possible pour les viandes de conserve n'est pas invraisemblable pour les laits industriels. Ces laits peuvent être toxiques avant de subir la stérilisation, soit à la suite d'une maladie de la vache laitière, soit, comme le prétendent MM. Ausset et Oui, à la suite d'une alimentation défectueuse de cette vache, composée de drèches et de tourteaux. Ces laits peuvent devenir toxiques au cours de manipulations qu'on leur fait subir, parce que pendant ce temps les microbes peuvent y pulluler et sécréter des poisons qu'une stérilisation ultérieure ne fera pas disparaître. En tous cas, il est bien plus plausi-

ble d'admettre la production d'une maladie telle que le scorbut infantile à la suite d'une intoxication par un de ces poisons microbiens solubles dont on connaît parfois l'extrême virulence, qu'à la suite de la destruction dans un aliment, de quelques centigrammes d'acide citrique ou de phosphates, destruction d'ailleurs si légère que les chimistes ne s'accordent pas à son sujet.

Cette hypothèse qui est donc loin d'être invraisemblable a en outre l'avantage de rendre compte de nombreux faits ; elle nous explique pourquoi les laits qui ont subi le plus de manipulations industrielles sont ceux qui sont le plus aptes à produire le scorbut puisque, plus leur préparation est compliquée et délicate, plus les chances de production de poisons microbiens sont nombreuses ; elle explique aussi le caractère tout-à-fait accidentel des cas observés de scorbut qui déconcertaient parfois, et à juste titre, les partisans de la thèse précédente : si le surchauffage détruit les principes antiscorbutiques du lait, comment expliquer en effet l'extrême rareté du scorbut à la suite de l'emploi des laits surchauffés ; si au contraire on cesse d'incriminer telle ou telle manipulation industrielle, et si l'on admet que le principe scorbutique ne se développe dans les laits de conserve que tout-à-fait accidentellement, la nature accidentelle de cette maladie s'explique du même coup.

Pour conclure cette étude des rapports de la maladie de Barlow avec les laits industriels nous dirons donc, qu'à notre avis, il ne faut incriminer dans la

production de cette maladie, ni le surchauffage, ni la centrifugation, ni la pulvérisation, ni le chauffage sous pression d'oxygène. Toutes ces manipulations industrielles sont incapables de rendre un lait scorbutigène et les quelques modifications qu'elles apportent au lait sont si minimes que chimiquement elles sont à peine décelables. Ce qu'il faut incriminer, ce ne sont pas les manipulations en elles-mêmes, mais c'est le fait que ces manipulations, en raison de leur longue durée et de leurs imperfections, exposent le lait à toutes sortes d'infections à la suite desquelles il peut se charger de produits toxiques microbiens susceptibles de provoquer le scorbut.

L'étude clinique aussi bien que pathogénique de la maladie de Barlow vient, en somme, de nous amener à cette conclusion pratique qu'il est préférable d'utiliser pour l'allaitement artificiel les laits dont la préparation ne nécessite qu'un minimum de manipulations, c'est-à-dire les laits simplement stérilisés par la chaleur. Cependant, nous croyons qu'il serait illogique de pousser cette conclusion à l'extrême et d'en déduire qu'il faut cesser d'utiliser les laits traités de façon différente, c'est-à-dire les laits maternisés, émulsionnés ou oxygénés; l'étude que nous avons faite de ces différents laits nous a montré qu'ils pouvaient présenter un certain nombre d'avantages et il serait d'autant plus fâcheux de n'en pas profiter à l'occasion que la maladie de Barlow est une mala-

die relativement bénigne puisqu'il suffit d'être prévenu de sa possibilité pour la diagnostiquer et qu'une fois le diagnostic fait et le traitement institué, la maladie évolue rapidement vers la guérison. Pour notre part, nous n'hésiterions pas à faire usage de ces laits lorsque nous croirions pouvoir en obtenir quelque bénéfice, c'est-à-dire chez les débiles, les atrophiques et les dyspeptiques.

RÉSUMÉ DES OBSERVATIONS DE MALADIE DE BARLOW PUBLIÉES EN FRANCE DE 1894 A 1904

Nos D'ORDRE	ANNÉE	AUTEURS	AGE DE L'ENFANT	SEXE	MODE D'ALIMENTATION	INDICATIONS BIBLIOGRAPHIQUES
1	1894	Hutinel.	2 ans 1/2	F.	Lait stérilisé, farineux.	Thèse de Thiercelin, 1894.
2	1895	Marfan.	2 ans 1/2	G.	Suralimentation.	Bulletin Médical, 1895.
3	1897	Moizard.	12 mois	F.	Lait maternisé pendant 9 mois.	J. de Méd. et Chir. pratiques, 10 déc. 1897.
4	1898	Ausset.	10 mois	G.	Soupe, panades, bière, café.	J. de Clin. et de Thér. inf., juin et juillet 1898.
5	»	Netter.	11 mois	G.	Lait stérilisé au Soxhlet.	Bull. Soc. Méd. Hôpitaux, 4 nov. 1898.
6	»	Comby.	13 mois	G.	Lait maternisé, 1 litre 1/2 par jour.	» » 11 nov. 1898.
7	»	Luyt.	8 mois	F.	Lait maternisé pendant 6 mois.	» » 9 déc. 1898.
8	»	Renault.	8 mois	G.	Lait maternisé depuis 6 semaines	» » »
9	1899	Chalmet.	16 mois	G.	Lait stérilisé, 1 lit. Nourri à la table commune.	» » »
10	»	Guinon et Le Guelland.	11 mois	F.	Lait maternisé.	Bull. de la Soc. de Pédiatrie, octobre 1899.
11	1900	Toupet.	7 mois	G.	Lait maternisé.	» » mai 1900.
12	1901	Variot.	7 mois	G.	Lait maternisé pendant 5 mois.	Bull. Soc. Méd. Hôpitaux, 1 ^{er} mars 1901.
13	»	Comby.	9 mois	G.	Lait maternisé pendant 7 mois.	Arch. de Méd. des Enfants, 8 août 1901.
14	»	Aragon.	13 mois	F.	Lait stérilisé industriellement, 5 mois 1/2.	Rev. crit. de Méd. et de Chir., p. 91.
15	1902	Comby.	9 mois 1/2	G.	Lait maternisé, 5 mois.	Thèse Simon, 1902.
16	»	Dalché.	14 mois	G.	Lait stérilisé. Farines de conserve.	» » »
17	»	Thiercelin.	15 mois	G.	Lait stérilisé et phosphatine.	Bull. Soc. Pédiatrie, 21 octobre 1902.
18	»	»	8 mois	G.	Lait stérilisé industriellement, 5 mois.	» » »
19	»	»	26 mois	F.	Lait stérilisé (Soxhlet), phosphatine, œufs.	» » »
20	»	»	7 ans	G.	Racahout, tapioca, etc.	» » »
21	»	Guinon et Coffin.	10 mois	G.	Lait oxygéné et bouillie de tapioca.	» » »
22	»	Marfan.	—	—	Lait stérilisé industriellement.	Bull. Soc. Pédiatrie, 18 novembre 1902.
23	»	»	—	—	» » »	» » »
24	»	Hutinel.	11 mois	G.	Lait maternisé depuis l'âge de 6 semaines.	» » »
25	»	»	2 a. 9 m.	G.	Lait stérilisé et farines de conserve.	» » »
26	»	»	11 mois	G.	» » »	» » »
27	»	»	2 ans 1/2	F.	» » »	» » »
28	»	Ausset.	11 mois	F.	Lait bouilli.	» » »
29	»	Tissier.	14 mois	G.	Lait oxygéné puis farines de conserve.	Bull. Soc. d'Obst. de Paris, déc. 1902.
30	»	Péchin.	1 mois 1/2	F.	Lait stérilisé.	Bull. Soc. Pédiatrie, 16 déc. 1902.
31	»	Moizard.	12 mois	G.	Lait oxygéné.	» » »
32	1903	Gillet.	4 a. 1 m.	G.	Lait stérilisé industriellement.	Bull. Soc. Pédiatrie, 20 janvier 1903.
33	»	Marfan.	9 mois	G.	—	» » 17 février 1903.
34	»	Hutinel.	6 ans	G.	Millin's food.	» » »
35	»	Lecointre.	13 mois	F.	Lait fixé.	» » »
36	»	Netter et Salomon	14 mois	F.	Lait de vache bouilli, coupé d'eau bouillie, farineux, œuf frais.	» » »
37	»	Comby.	19 mois	F.	Lait fixé et bouillies avec ce lait.	» » »
38	»	Guinon.	8 mois	G.	Lait soxhlétisé coupé 1/3 eau.	Bull. Soc. de Pédiatrie, 21 avril 1903.
39	»	Guinon et Laurent	18 mois	G.	Œufs, phosphatine, bière, peu de lait.	» » »
40	»	Méry.	27 mois	G.	Lait stérilisé, bouillies, farineux.	» » »
41	»	Baudier.	2 ans	F.	Farines de conserve.	» » »
42	»	Rochon.	2 ans	F.	Farines de conserve pendant 14 mois.	» » »
43	»	Polguère.	8 mois 1/2	G.	Lait soxhlétisé, 45 minutes.	» » »
44	»	Breton.	—	—	Lait fixé.	Bull. Soc. de Pédiatrie, juin 1903.
45	»	Ausset.	—	—	Sein.	Pédiatrie Pratique, 1 ^{er} septembre 1903.
46	»	Aviragnet.	14 mois	G.	Lait oxygéné.	Bull. Soc. Méd. Hôp., 11 déc. 1903.
47	»	»	9 mois	G.	Lait stérilisé industriellement.	» » »
48	»	Variot et Thomas.	8 mois	F.	Allenbury's Milk food.	» » »
49	»	Comby.	7 mois 1/2	G.	Lait maternisé.	» » »
50	»	»	9 mois	F.	» » »	» » »
51	»	Apert.	11 mois	F.	Lait fixé.	» » »
52	»	»	7 mois	G.	Lait fixé.	» » »
53	»	Florand.	8 mois	—	Lait stérilisé à domicile.	» » »
54	»	»	8 mois	—	» » »	» » »
55	1904	Lénoble.	11 mois	F.	Sein, tapioca au lait, soupe au lait, panades.	Pédiatrie Pratique, 15 mars 1904.
56	»	»	23 mois	F.	Lait bouilli jusqu'à 1 an, puis soupe aux choux, café au lait, etc.	» » »
57	»	Ausset et Choquet.	15 mois	F.	Sein. 500 gr. de lait stérilisé, bouillies.	Congrès de Rouen, 4-9 avril 1904.
58	»	»	19 mois	F.	Lait de vache jusqu'à 7 mois, puis soupe, pommes de terre, etc.	» » »
59	»	Comby.	10 mois	G.	Lait fixé.	» » »



CONCLUSIONS

1° — L'allaitement artificiel, que les conditions sociales rendent malheureusement inévitable dans certains cas, a bénéficié dans une large mesure des progrès réalisés par l'industrie laitière. Seuls, en effet, les laits stérilisés industriellement sur le lieu de production permettent de donner aux enfants des grandes villes un lait inaltéré.

2° — Parmi les traitements que l'industrie fait subir au lait, il y a lieu de distinguer ceux qui se proposent uniquement sa conservation et ceux qui, en outre, se proposent sa correction.

3° — Les procédés industriels de conservation du lait ont pour but de s'opposer à son altération en modifiant au minimum sa constitution et son organisation. Ils doivent être peu onéreux, car le lait industriel doit rester d'un prix accessible aux classes ouvrières auxquelles il est surtout destiné.

4° — Certains procédés de conservation du lait doivent être rejetés parce qu'ils sont dangereux ou incertains (filtration, addition d'antiseptiques, de formol, d'eau oxygénée). Quoique insuffisante, la réfrigération, qui n'est pas nuisible, peut être utilisée à titre d'adjuvant dans certaines conditions.

5° — Le traitement par la chaleur est le seul qui permette actuellement de réaliser pratiquement la conservation du lait. Les laits surchauffés qui sont employés depuis quinze ans ont fait leurs preuves et donnent des résultats satisfaisants. C'est à tort qu'on les a accusés de provoquer le rachitisme. Les quelques imperfections qu'on observe après leur emploi (anémie, constipation...) semblent dues à la privation du lait maternel.

Cependant le surchauffage présente quelques inconvénients : il donne au lait un goût et un aspect désagréables qui réduisent sa valeur commerciale ; il diminue légèrement sa valeur nutritive car il abaisse sa teneur en phosphates organiques et en phosphates minéraux solubles, il désémulsionne les graisses et modifie la caséine. Bien qu'il ne soit pas prouvé que ces imperfections aient une influence notablement fâcheuse dans l'allaitement artificiel, il est logique de rechercher des procédés industriels qui ne présentent pas ces inconvénients.

6° — La pasteurisation permet d'éviter une partie des inconvénients du surchauffage. Bien que les laits pasteurisés n'aient pas donné jusqu'ici de très bons résultats, ils nous semblent devoir supplanter les laits surchauffés depuis que les industriels ont imaginé la pasteurisation à l'abri de l'air et dans des milieux stériles. Cette opinion demande à être vérifiée par l'expérience.

7° — Le traitement du lait par la chaleur à de faibles

températures sous pression d'oxygène est un procédé ingénieux qui permet de conserver le lait sans modifier son goût ni son aspect, et qui ne semble pas non plus modifier sérieusement sa constitution chimique. Les laits oxygénés ont donné de bons résultats dans l'allaitement artificiel. Cependant, les nombreuses manipulations que nécessite leur préparation sont, à notre avis, susceptibles de les rendre scorbutigènes ; en tout cas elles les rendent onéreux et par suite restreignent leur emploi.

8° — Les laits fixés ou laits homogènes, ont subi un traitement industriel destiné à pulvériser finement les globules butyreux et à éviter leur désémulsion et le barattage. Cette opération ne paraît pas modifier sensiblement les éléments du lait et augmente peut-être sa digestibilité, mais elle est ordinairement inutile et les manipulations qu'elle nécessite peuvent rendre le lait scorbutigène.

La fixation du lait est enfin un encouragement à la fraude, car elle permet de l'écrémer impunément en substituant à la crème des matières grasses sans valeur et même dangereuses. Pour ces raisons les laits fixés ne doivent être employés dans l'allaitement artificiel qu'avec circonspection.

9° — L'usage des laits condensés dans l'allaitement ne paraît devoir être autorisé que dans les cas exceptionnels où l'on n'en a pas d'autre à sa disposition. La poudre de lait, dont la valeur nutritive n'est pas scientifiquement établie, doit être rejetée.

10° — Les procédés industriels de correction du lait de vache ont pour but d'augmenter sa digestibilité en modifiant soit la quantité, soit la qualité de ses principes nutritifs.

11° — Les laits maternisés sont des laits corrigés de telle façon que leur teneur en graisse, en matière protéique et en hydrates de carbone soit sensiblement identique à celle du lait de femme. En France, les laits maternisés industriels sont fabriqués suivant le procédé de Gærtner qui utilise la centrifugation pour enrichir ces laits en graisse et leur soustraire une notable quantité de caséine.

Les laits de Gærtner qui paraissent plus digestibles que les laits simplement stérilisés sont moins nutritifs ; ils peuvent convenir dans certains cas aux nouveau-nés, aux débiles et aux atrophiques. Mais leur usage ne saurait être généralisé dans l'allaitement, car leur préparation exige de nombreuses manipulations qui les rendent à la fois onéreux et tout particulièrement scorbutigènes. Il est facile d'ailleurs de suppléer à la maternisation par le coupage et le sucrage du lait.

12° — Les laits peptonisés sont ceux dont on a modifié la qualité de la caséine en la soumettant à des digestions artificielles. Le lait de Backhaus de l'industrie est à la fois maternisé et peptonisé. Bien qu'à l'étranger, on soit assez satisfait de son emploi, les indications de ce lait sont aussi restreintes que celles du lait de Gærtner et pour les mêmes raisons.

13° — Il n'est pas douteux que le scorbut infantile peut survenir à la suite de l'usage des laits industriels et que ces laits sont d'autant plus scorbutigènes qu'ils ont subi davantage de manipulations. Mais le scorbut infantile est une maladie tellement exceptionnelle et si facilement curable, que la possibilité de sa production doit influencer fort peu sur le choix du lait dans l'allaitement.

Nous ne croyons pas, pour notre part, que le scorbut infantile soit occasionné par une diminution de la valeur nutritive du lait ni par la destruction d'un principe antiscorbutique qu'il contiendrait normalement. L'étude des modifications que font subir au lait les divers traitements industriels nous a montré, en effet, que ces modifications sont réellement insignifiantes ; et, d'autre part, si telle était la cause du scorbut, on ne s'expliquerait pas qu'il soit aussi exceptionnel.

Le scorbut infantile, maladie accidentelle, doit avoir une cause accidentelle et nous sommes porté à croire que cette cause provocatrice est la présence fortuite dans l'aliment de conserve d'un poison scorbutigène, dont nous ne pouvons préciser la nature, mais qui pourrait bien être, dans certains cas, un poison soluble, d'origine microbienne.

Cette hypothèse n'est pas invraisemblable puisque les viandes de conserve sont parfois toxiques par

suite de la présence de poisons analogues (Vaillard ; elle a en outre l'avantage de rendre compte d'un certain nombre de particularités du scorbut qui déconcertent lorsqu'on admet une autre théorie pathogénique.

VU :

Le Président de la Thèse,
A. GAUTIER.

VU

Le Doyen
DEBOVE.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Le Vice Recteur de l'Académie de Paris,
LIARD.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- APERT. — Deux cas de maladie de Barlow chez des enfants nourris avec du lait modifié. *Bull. Soc. Méd. Hôp.*, 17 déc. 1903.
- ARAGON. — Sur le scorbut infantile et sur l'emploi du lait stérilisé. *Rev. critique de méd. et de chir.*, 1901, p. 91.
- ASHBY. — On the ætiology of the so-called scurvy-rickets. *Practitioner*, 1894.
- AUSSET. — Sur un cas de rachitisme hémorragique. *J. de clin. et de thérap. inf.*, 30 juin et 7 juillet 1898.
- Maladie de Barlow. *S. M. d. hôp.*, 2 déc. 1898.
- Maladie de Barlow. *Arch. Méd. des enf.*, 1899.
- Rachitisme et lait stérilisé. *Soc. Péd.*, 15 avril 1902.
- La maladie de Barlow est-elle une forme spéciale de rachitisme ou du scorbut infantile? *Soc. de péd.*, 18 novembre 1902.
- Maladie de Barlow. Congrès de Rouen, avril 1904.
- AVIRAGNET. — Scorbut infantile; suppuration des hématomes; ostéomyélite consécutive du fémur et des côtes; guérison. *Bull. Soc. Méd. hôp.*, 17 déc. 1903.
- BABÈS. — Über einen die gingivitis und die Hemorrhagien verursachenden Bacillus bei Scortut. *Deutsche med. Wochen.* 1893.
- BARBIER. — Sur la ration alimentaire du nourrisson. *Bull. gén. de thérap.*, 1904.
- BARDIN (Mme). — La fièvre dans la maladie de Barlow. *Thèse de Paris*, 1901-1902.
- BARLOW. — Scurvy in Cyclopedice of diseases of children, t. II, 1889.
- Scorbut infantile. *Traité des maladies de l'enfance*, t. II, 1904.

BAUDOIN. — Contribution à l'étude de la contagion par le lait cru et de la prophylaxie par le lait stérilisé. *Thèse Paris*, 1895.

BÉCHAMP. — Sur la zymase du lait de femme. *C. R. de l'Ac. des Sciences*, 1883, p. 1508.

— Composition comparée des laits de femme, d'ânesse, de vache et de chèvre. *Bull. Acad. Méd.*, 5 avril 1890.

— Composition du lait de vache. *Bull. Acad. de Méd.*, 1894.

BENDIX. — Recherches sur la valeur nutritive du lait stérilisé chez les enfants. *Jahrbuch f. Kinderheilk.*, t. XXXVIII, p. 393-1894.

— La digestibilité du lait stérilisé et du lait non stérilisé. *11^e Congrès intern. de méd. Rome*, 1894.

BILLON. — Note sur les modifications du lait par la chaleur. *Rev. crit. de méd. et chir.*, 1900.

BOISSARD. — De l'alimentation des nouveau-nés par le lait maternisé. Préparation, usages et propriétés. *France médicale*, 16 août 1895.

— Le lait maternisé. Recherches et résultats cliniques. *l'Obstétrique*, janvier 1897.

— Alimentation lactée et les nouveau-nés à Paris. *Revue Philanthropique*, 1897.

BORDAS et RACZKOWSKI. — Diminution du taux des lécithines dans les laits chauffés. *Bull. Acad. des Sciences*, 5 janvier 1903.

BOURGOIN. — Conservation du lait pur par addition d'acide borique. *Conseil de salubrité de la Seine*, 16 août 1895.

BRUN et RENAUT. — L'hématome sous-périosté chez les rachitiques ou maladie de Möller-Barlow. *Presse Médicale*, janvier 1898.

BRUN. — Studier over Scorbutens Ætiologi og Pathogenese.

BUDIN. — Lait stérilisé et allaitement. *Rev. gén. des Sc. pures et appliquées*, 1893.

- BUDIN et CHAVANNE. — De l'emploi pour le nourrisson du lait stérilisé à 100° au bain-marie..... *Bull. de l'Acad. de Médecine*, 19 juillet 1892, 25 juillet 1893, 17 juillet 1895.
- CAMPBELL. — Avantages et inconvénients du lait stérilisé pour l'alimentation des enfants. *Brit. méd. Journ.*, 1896.
- CAREL. — Lait stérilisé. Résultats obtenus par son emploi au moment du sevrage dans l'allaitement artificiel chez les nourrissons de la classe ouvrière. *Thèse Paris*, 1902-03.
- CARSTENS. — Sur les erreurs que l'on commet dans l'alimentation des nouveau-nés avec le lait stérilisé. *Jahrb. f. Kinderh.*, 1893.
- CARTER. — La stérilisation du lait. *The Lancet*, 1895.
- CAZENEUVE. — Sur la stérilisation du lait. *Lyon Médical*, 1895.
- Recherches sur la stérilisation du lait et la fermentation lactique. *Bull. Acad. Méd.*, 19 mars 1895.
- CELSE (Mlle). — Cont. à l'ét. du scorbut infantile. *Thèse de Lille*, 1899.
- CHAVANNE. — Le lait stérilisé; son emploi dans l'alimentation des nouveau-nés. *Thèse de Paris*, 1893.
- Des laits stérilisés à l'usage des nourrissons. *Union médicale*, 1893.
- CHĄDZYŃSKA (Mlle). — Allaitement artificiel par le lait stérilisé. Graduation des tétées. *Thèse de Paris*, 1900-01.
- CHATERNIKOF (Mme). — Le lait stérilisé chez les nourrissons. *Thèse de Paris*, 1898-99.
- CHAVENET. — Allaitement artificiel. *Thèse de Paris*, 1897-1898.
- CHEADLE. — Infantile scurvy. *System of medecine* V.
- COMBY. — Traitement de la diarrhée infantile par le lait stérilisé. *Soc. méd. hôp.*, 1890.
- Le lait stérilisé. *Médecine moderne* 1894.
- Dilatation de l'estomac chez les nourrissons. *Soc. méd. hôp.*, 1897.
- Un cas de scorbut infantile dû à l'usage du lait maternisé. *Soc. méd. des hôp.*, 11 nov. 1898.

- COMBY. — Scorbut infantile. *Soc. Pédiatrie*, 16 déc. 1902.
— Nouveau cas de scorbut infantile. *Soc. Pédiatrie*,
17 février 1903.
— Nouveaux cas de scorbut infantile. *Soc. méd. hôp.*,
17 déc. 1903.
— Congrès d'Obst. Gyn. et Péd. Rouen, Avril 1904.
CORBETTE. — An explanation of the cause of infantile scurvy with suggestion as to its prevention. *Brit. méd. journ.*
1900.
CROLAS. — *Lait cru ou bouilli*. *Soc. des sciences méd. de Lyon*,
1899.
DRAPIER. — De l'emploi du lait stérilisé à Rethel. *Obstétrique*, 1896.
DROUET. — Alimentation artificielle des jeunes enfants.
Thèse de Paris, 1894.
— Valeur comparée du lait stérilisé et du lait bouilli dans l'allaitement artificiel. *Journ. de clin. et thérap. infant.*,
1894.
DUCLAUX. — Le lait. 2^e édition, 1894.
— Les laits stérilisés. *Annales de l'Institut Pasteur*, 1895.
— Valeur nutritive comparée du lait cru, pasteurisé et stérilisé. *Annales de l'Institut Pasteur*, 1895, p. 352.
— Sur le lait congelé. *Annales de l'Institut Pasteur*, 1896.
— Phosphates du lait. *Annales de l'Institut Pasteur*, 1896.
— Lait stérilisé. *Annales de l'Institut Pasteur*, 1896.
DUFOUR. — Une méthode pratique d'humanisation du lait de vache. *Rev. des mal. de l'enfance*. Sept. 1896.
ENTZ (Mlle). — Consultations de nourrissons. Allaitement au sein et allaitement artificiel. *Thèse de Paris*, 1899-1900.
ESCHERICH. — Ueber Gärtner'sche Fettmilch. 66^e Congrès des naturalistes et médecins allemands, Vienne 1894.
FLUGGE. — La stérilisation du lait. *Zeitsch. f. Hygiène*, 1894
GARBER. — Le scorbut chez les enfants nourris au biberon. *Journ. de clin. et thérap. inf.* 1896.
GAUBE. — La minéralisation du lait. *Soc. de Biol.* 1895.

- GAUTIER (Arm.). — L'alimentation et les régimes chez l'homme sain et chez les malades, 1904.
- GAUTRELET. — Recherches physico-chimiques sur les laits alimentaires. *Bull. Soc. de méd. pratique*, 1891.
- Influence de la température sur l'état de divisibilité de la caséine dans le lait de vache. *Soc. méd. des hôp.*, 25 mars 1895.
- GILLET. — Allaitement artificiel. *Ann. de la polyclinique de Paris*, 1894.
- Régime alimentaire des enfants. *Ann. de la Polyclinique de Paris*, 1897.
- GILLET (H.). — Scorbut infantile. Sa rareté. *Soc. de Péd.*, 20 janvier 1903.
- GERTNER. — Ueber die Herstellung der Fettmilch. 66^e Congrès des naturalistes et des médecins allemands. Vienne 1894.
- GOURAUD. — Des échanges phosphorés dans l'organisme normal et pathologique. *Thèse Paris*. 1903.
- GRELLEY. — L'alimentation artificielle des nourrissons et le scorbut infantile. *Thèse de Paris*, 1902-03.
- GRIFFITH. — The relations of Scurvy to recent methods of artificial feeding. *New York, méd. journ.*, 1901, p. 317.
- GUÉNIOT. — Allaitement artificiel des nouveau-nés. *Arch. de tocologie*, 1886.
- GUINON ET LAURENT. — Un cas de scorbut infantile. *Soc. de Péd.*, 21 avril 1903.
- GUINON ET COFFIN. — Cas de maladie de Barlow. *Soc. de Pédiatrie*, 21 oct. 1902.
- HEUBNER. — Du lait de vache comme aliment. Congrès de Budapest. Sept. 1894.
- HUEPPE. — Lait stérilisé et lait amer. *Berlin, Klin. Wochensh.*, 1891.
- R. HUTCHINSON. — Valeur nutritive du lait cru et du lait cuit. *The Lancet*, 1898.
- HUTINEL. — La maladie de Barlow et son traitement. *Soc. de Péd.* 18 nov. 1902.

IGNARD. — Traitement de l'atrophie infantile par le lait stérilisé. *Thèse Paris*, 1898.

JACOB. — Les méfaits du biberon. *Thèse Paris*, 1896.

JOHANNESSEN. — Stérilisation du lait. *Rapport au congrès international de médecine de Paris*, 1900.

KAYSER. — Etude sur la fermentation lactique. *Ann. de l'Institut Pasteur*, nov. 1894.

KEILMANN. — Alimentation des nourrissons sains par le lait de Gaertner. *Jahrb. f. Kinderheilk.* 1896.

KNÖPFELMACHER. — Communication sur la digestibilité et la valeur nutritive comparée du lait de vache et du lait de femme, faite à la Société impériale de médecine de Vienne le 7 janvier, 1898.

KÖNIG (J.). — Chemische Zusammensetzung der menschlichen Nahrungs-und Genussmittel. Berlin, 1889.

KOPLIK. — Le lait stérilisé dans les dispensaires. *New-York méd. journal*, 1891.

— La nutrition des enfants nourris avec le lait cru, bouilli, pasteurisé et stérilisé. *New-York, méd. journal*, 1895.

LANGE. — Les échanges nutritifs chez les nourrissons alimentés avec du lait de vache. *Rev. des mal. de l'enfance*, 1895.

LANGLOIS. — Le lait. Paris, 1893.

LAURENT. — Le lait bouilli dans l'allaitement artificiel. *Revue d'hygiène*, 1889.

LÂZARD (G). — La question de la stérilisation du lait devant les pouvoirs publics. *Journ. de clin. et de thérap. infantiles*, 1895.

— Le lait stérilisé doit-il être donné pur ? *Journ. de clin. et de thérap. infantiles*, 1895.

LEGAY. — Pasteurisation et stérilisation du lait. *Médecine Moderne* 1893.

LE GENDRE (P.) — Stérilisation et conservation du lait. *Revue pratique d'Obstét. et de Pédiatrie* 1891.

LENOBLE. — Les altérations du sang dans la maladie de Barlow. *La Pédiatrie pratique*, 15 mars 1904.

LERMUSSEAU. — Contribution à l'étude du lait au point de vue de l'allaitement artificiel des nourrissons. Paris, 1889.

LESAGE. — Contribution à l'étude de la gastro-entérite du nourrisson. *Soc. méd. hôp.*, 18 nov. 1896.

LÉVINE (Mlle). — Allaitement artificiel. *Thèse Paris*, 1890.

LINDET. — Rapport sur un procédé permettant de rendre plus stable l'émulsion des globules butyreux. *Bull. de la Soc. d'encouragement pour l'industrie nationale*, février 1901.

LYON (G.) — Les dangers du lait et le moyen d'y remédier par la stérilisation. *Gaz. hebdom.* 1895.

MAHÉ. — Article Scorbut in Dict. Dechambre.

MARFAN. — Coupage du lait de vache dans l'allaitement artificiel. *Rev. des mal. de l'enfance*, 1893.

— Scorbut des rachitiques. *Bull. Méd.* 1895.

— De l'allaitement artificiel, Paris, 1896.

— Etiologie et pathogénie du rachitisme. *Rev. des mal. de l'enfance*, 1896, mai.

— Alimentation des nourrissons malades, débiles ou mal formés. *Rev. pratique d'Obst. et de Pédiatrie*, 1896.

— Traitement du rachitisme. *Rev. des mal. de l'enfance*, juillet 1896.

— La gastro-entérite cholériforme des nourrissons. Son traitement. *Presse médicale*, 1896.

— Sur une faute dans la stérilisation du lait qui peut être l'origine de diarrhées estivales graves. *Soc. méd., Hôp.* juillet 1896.

— L'amylase du lait. *Soc. de Pédiatrie*, 18 mai 1902.

— A propos du scorbut infantile, *Soc. de Péd.* 18 nov. 1902.

— Traité de l'allaitement, 2^e Ed., Paris, 1903.

MARFAN ET APERT. — Un cas de tuberculose par ingestion chez une fillette de 16 mois. *Revue des maladies de l'enfance*, juin. 1896.

- MARFAN ET MAROT. — Infections secondaires dans la dyspepsie gastro-intestinale chronique des nourrissons. *Rev. des mal. de l'enfance*, août et sept., 1893.
- MARTIN. — Les dangers du lait et les grandes exploitations laitières. *Gaz. méd. de Paris*, 1894.
- MAUCHAMP. — L'allaitement artificiel des nourrissons par le lait stérilisé. *Thèse de Paris*, 1899.
- MEILLIÈRE (G.). — Stérilisation du lait. *Journ. de clin. et de thérap. infantiles*, 1895.
- MICHEL (C.). — Recherches sur la nutrition normale des nouveau-nés. *Obstétrique*, 1896, n° 2.
- MICHEL (CH). — Digestion artificielle du lait. *Obstétrique*, 16 janvier 1896, p. 25.
- Sur quelques applications de la digestion artificielle du lait. *Th. Paris*, 1896, n° 366.
- Lait de femme et utilisation de ses matériaux nutritifs. *Obstétrique*, 1897.
- MOIZARD. — La maladie de Barlow. *Journ. de méd. et de chir. pratiques*, 10 déc. 1897.
- La maladie de Barlow. *Méd. infantile*, 1898.
- Un cas de scorbut infantile. *Soc. péd.*, 16 déc. 1902.
- MONTI. — Kinderheilkunde in *Eizeldarstellungen*, 2^e fasc., p. 163, 1897.
- MUSSY. — La maladie de Barlow. *Médecine moderne*, 1892.
- NOEGELI. — Zur path. Anat. und zum Wesen des Morbus Barlowii. *Centralblatt für allgemeine Pathologie*, 1897.
- NETTER. — Un cas de scorbut infantile après usage du lait stérilisé à domicile par l'appareil de Soxhlet. Guérison très rapide à la suite du traitement antiscorbutique. *Soc. méd. des Hôpitaux*, 4 novembre 1898.
- Scorbut infantile. *Soc. Méd. Hôp.*, 2 déc. 1898.
- Nouvelles observations françaises de scorbut infantile. Influence du lait stérilisé ou maternisé. *Soc. méd. hôp.*, 9 décem. 1898.
- Le scorbut infantile. *Semaine médicale*, 22 février 1899.

- NETTER. — Chimisme gastrique chez les nourrissons nourris au lait stérilisé. *Progrès médical*, 1899, p. 225.
- Scorbut infantile et lait stérilisé. Influence de la stérilisation sur la disparition du pouvoir antiscorbutique du lait. *Soc. de Pédiatrie*, 21 octobre 1902.
- Scorbut infantile et stérilisation du lait. *Soc. de Péd.*, 16 déc. 1902.
- NETTER et SALOMON. — Un nouveau cas de scorbut infantile. Coexistence de fièvre. Examen du sang. *Soc. de péd.*, 17 fév. 1903.
- NETTER (L.). — Allaitement artificiel. Echanges nutritifs. *Thèse de Paris*, 1890-1900.
- NEUMANN — Bemerkungen zur Barlow'schen Krankheit. *Deutsch. med. Wochensch.*, 28 août, 4 sept. 1902.
- NOBÉCOURT et SEVIN. — Le ferment amylolytique chez les nourrices et les vaches laitières. *Soc. de pédiatrie*, 14 janvier 1902.
- NOBÉCOURT et P. MERKLEN. — Un ferment du lait de femme et du lait d'ânesse. *Rev. mens. des mal. de l'enf.*, mars 1901.
- NORTHROP. — Discussion on infantile scurvy. *Trans. of the New-York acad. of med.*, 15 fév. 1894.
- PAGÈS. — Physiologie de la matière minérale du lait. *Thèse de doct. de la Faculté des Sciences*, 1894.
- PAUGAM. — La maladie de Barlow en France. *Th. de Paris*, 1900.
- POCHON. — Stérilisation et maternisation du lait. *Rev. prat. d'obst. et de pædiatrie*, 1896.
- POPPER. — La valeur du lait Gærtner. *Arch. f. Kinderh.*, 1895.
- RAUDNITZ. — Ueber die Verdaulichkeit gekochter Milch. *Zeitsch. f. phys. Chemie*, t. XXIV, p. 1, 1890.
- RENK. — Les graisses dans le lait stérilisé. *Arch. fur Hygiene*, 1894.
- ROCHON. — Le scorbut infantile en France, *Thèse de Paris*, 1903.

- RODET (A.). — Sur la stérilisation du lait *Revue d'hygiène*, 1895.
- Un appareil pour la stérilisation du lait. *Lyon médical*, 1896.
- Sur la valeur nutritive du lait stérilisé. *Bull. de la Soc. Biol.*, 1896.
- ROSKAM. — Accidents toxiques chez les enfants nourris au lait de drèches. *Ann. de la Soc. de méd. et de chir. de Liège*, avril 1895.
- ROTCH. — Le lait modifié pour l'allaitement des enfants. *Journ. clin. et thérap. infantiles*, 1897 (analyse).
- ROTHSCHILD. — Des laits dits maternisés. *Revue générale des sciences*, 1897.
- Observations sur l'alimentation des nouveau-nés, 1897.
- Les consultations de nourrissons et les gouttes de lait. *Journ. des Praticiens*, 19 déc. 1903.
- SAINT-YVES-MÉNARD. — Des meilleures conditions d'alimentation des enfants du premier âge en dehors de l'allaitement au sein. *Arch. de tocologie*, 1893.
- SANSON. — L'enrichissement du lait en phosphates. *Bull. de la Soc. de Biol.*, 1894.
- SÉNÈQUE. — Etude comparative de la stérilisation du lait. *Thèse de Paris*, 1897.
- SIMON. — Le scorbut infantile. *Th. Paris*, 1902.
- SIX. — Le lait maternisé. *Thèse de Paris*, 1900-01.
- SOXHLET. — La chimie dans l'alimentation de la petite enfance. *Rev. gén. des Sciences*, 1894.
- STARCK. — Barlow'sche Krankheit und sterilisirte Milch. *Münchn. méd. Wochenschr.*, 1885.
- Discussion sur le lait stérilisé à la Société des naturalistes allemands à Dusseldorf, 1898. *Deutsch med. Wochenschr.*
- STEWART. — La stérilisation du lait *Brit. med. journ.*, 1896.
- SZYDŁOWSKY. — Le lab ferment dans le suc gastrique des nourrissons. *Prag. Wochenschr.*, 1892.

- THIERCELIN. — De l'infection gastro-intestinale chez le nouveau-né. *Thèse Paris*, 1894.
- 5 cas de maladie de Barlow *Soc. méd. Hôp.*, 21 octobre 1902.
- Maladie de Barlow et lait stérilisé. *Soc. de Péd.*, 20 janv. 1903.
- THIEMICH. — Ueber Ernährung magendarm-Kranker Säuglinge mit Kindermilch nach Backhaus. *Jahrb. f. Kinderheilk.* 1897.
- TISSIER (L.). — Un cas de scorbut infantile. *Bull. de la Soc. d'Obst. de Paris*, nov. 1902.
- TISSIER (H.) ET PASCAL GASCHING. — Recherches sur la fermentation du lait. *Ann. de l'Inst. Pasteur*, Avril 1903.
- TOUPET. — Scorbut infantile. *Rev. critique de méd. et de chir.*, 1900.
- ULMANN — Etude sur la nutrition du nourrisson. *Thèse de Paris*, 1899-1900.
- VARIOT. — Procédé de Morgan Rotch pour la rectification du lait. *Journal de clinique et de thérapeutique infantile*, 13 février 1896.
- Emploi méthodique du lait stérilisé industriellement pour l'allaitement dans les grandes villes. *Congrès intern. de méd. de Paris*, 1900. Section de médecine de l'enfance.
- Un cas fruste de maladie de Barlow. *Bull. Soc. méd. hôp.*, mars 1901.
- La valeur nutritive du lait stérilisé dans l'allaitement. *Revue scientifique*, 24 août 1901.
- L'élevage des enfants atrophiques. *Revue scientifique*, 22 février 1902.
- Le scorbut infantile et la stérilisation du lait. *Bull. Soc. Péd.*, déc. 1902.
- La ration alimentaire du nourrisson. *Rev. scientifique*, 31 octobre 1903.

VARIOT ET THOMAS. — Scorbut infantile chez une petite fille de huit mois, nourrie, dès sa naissance, avec Allenbury's milk food. *Bull. Soc. méd. hôp.*, 17 déc. 1903.

VAUDIN. — Sur l'acide citrique et le phosphate de chaux en dissolution dans le lait. *Journal de pharm. et de chimie*, 1894, p. 464.

— Sur la richesse du lait en éléments minéraux et phosphates terreux. *Ann. Inst. Pasteur*, 1897.

VERNHES. — Du scorbut infantile compliqué ou non compliqué de rachitisme. *Thèse de Paris*, 1896.

VERNOIS ET BECQUEREL. — Du lait chez la femme. *Ann. d'hygiène*, 1893.

VIEUBLED. — Lait stérilisé et rachitisme. *Thèse de Paris*, 1902.

VIGIER. — Lait humanisé et stérilisé. *Soc. de thérapeutique*, 25 janvier 1893.

VINAY. — Du lait stérilisé et de sa valeur alimentaire chez les nourrissons. *Annales d'hygiène*, 1891.

Discussion sur la question suivante posée par VARNIER à la Société d'Obstétrique, de Gynécologie et de Pédiatrie : *Doit-on continuer à recommander l'emploi du lait stérilisé dans l'allaitement mixte et lors du sevrage des nourrissons parisiens?* — Guinon, Martan, Pinard, Lepage, Flutinel, Champetier de Ribes, Josias, Méry, Oui.

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	9
INTRODUCTION	
La question des laits industriels.	13
PREMIÈRE PARTIE. — Le lait de vache naturel. . .	19
Éléments constitutifs	19
Valeur nutritive	23
Digestibilité	25
Altérations du lait. Instabilité de ses éléments . .	29
DEUXIÈME PARTIE. — Les laits industriels. Procé- dés industriels de conservation du lait . .	35
CHAPITRE I. — Traitements mécaniques et chimiques.	35
CHAPITRE II. — Traitement du lait par la réfrigération	38
CHAPITRE III. — Traitement du lait par la chaleur. .	41
A. Stérilisation absolue par surchauffage. . . .	42
Procédés industriels de stérilisation	42
Modifications du lait consécutives au sur-	
chauffage	45
Valeur digestive des laits surchauffés	56
Résultats cliniques obtenus par l'usage des	
laits surchauffés dans l'allaitement artificiel	58
B. Pasteurisation du lait	63
CHAPITRE IV. — Conservation du lait sous pression d'oxygène	71
CHAPITRE V. — Fixation du lait. Laits homogènes. .	79
CHAPITRE VI. — Laits condensés. Poudre de lait . .	85

TROISIÈME PARTIE. — Laits corrigés	89
CHAPITRE PREMIER. — Laits maternisés	91
Procédés de maternisation du lait	91
Valeur alibile des laits maternisés	96
CHAPITRE II. — Laits peptonisés	102
QUATRIÈME PARTIE. — La Maladie de Barlow dans ses rapports avec les laits industriels. . . .	109
CONCLUSIONS	123
INDEX BIBLIOGRAPHIQUE	129
TABLE DES MATIÈRES	141

